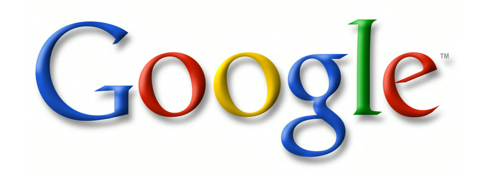


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

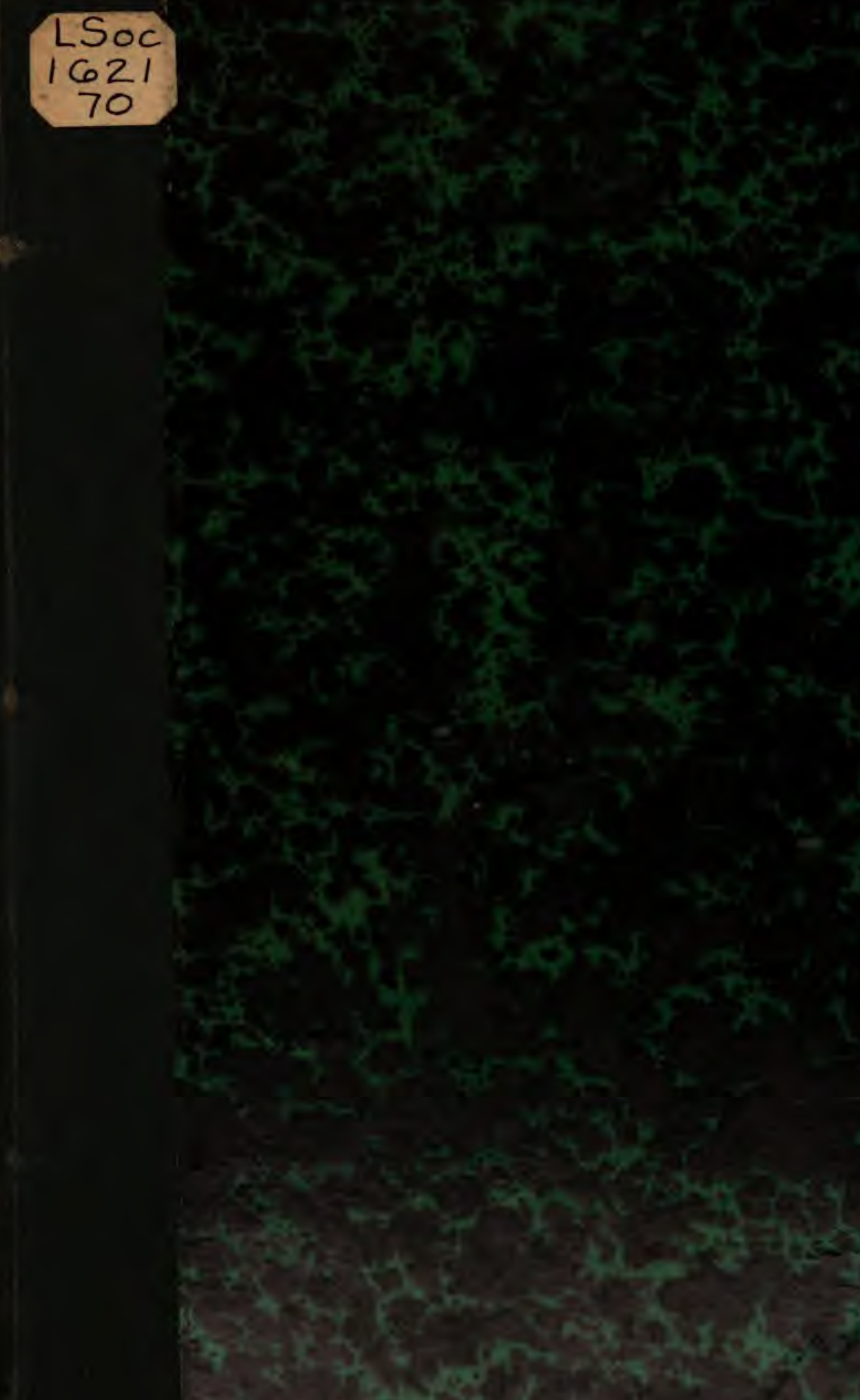
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

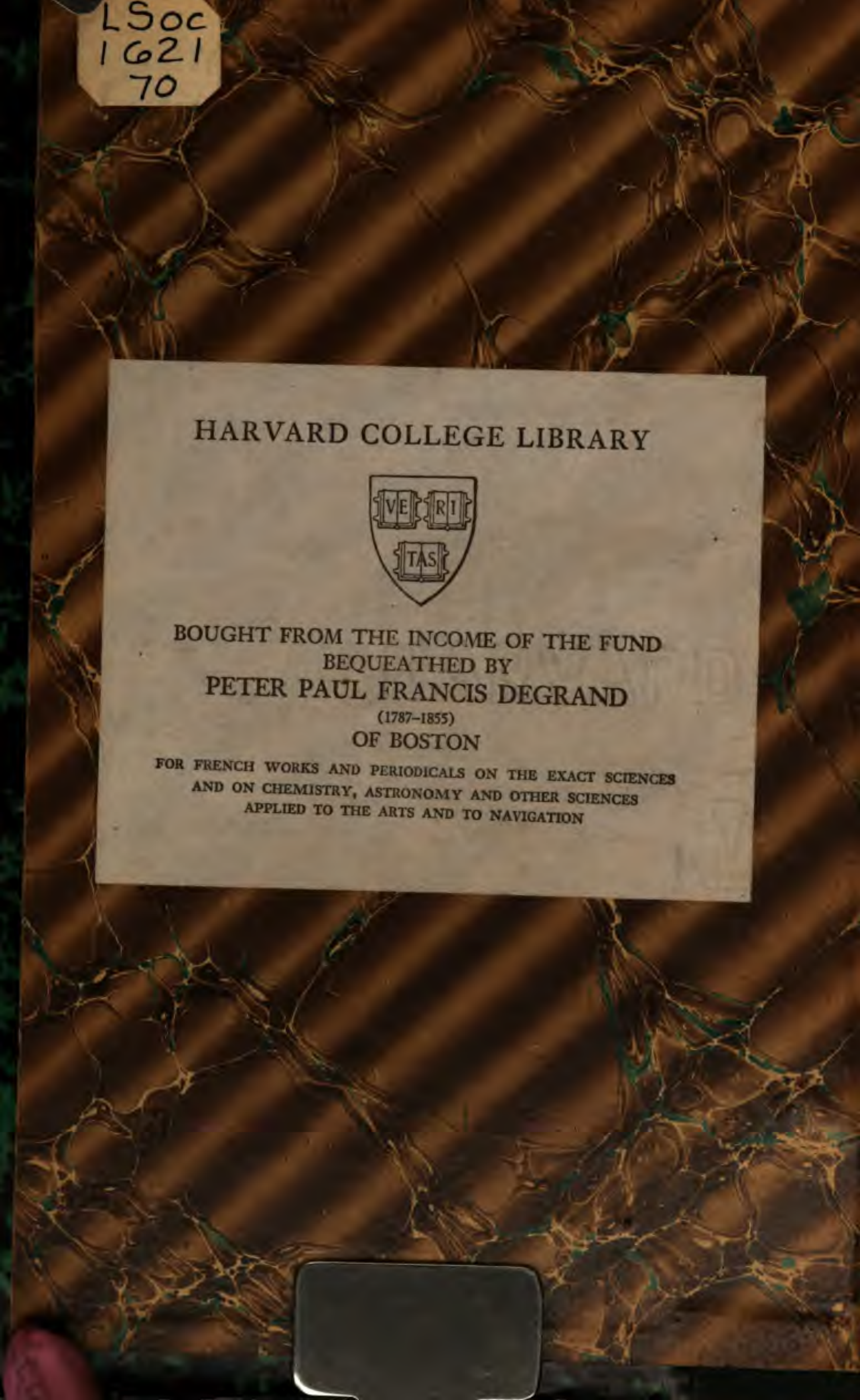
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

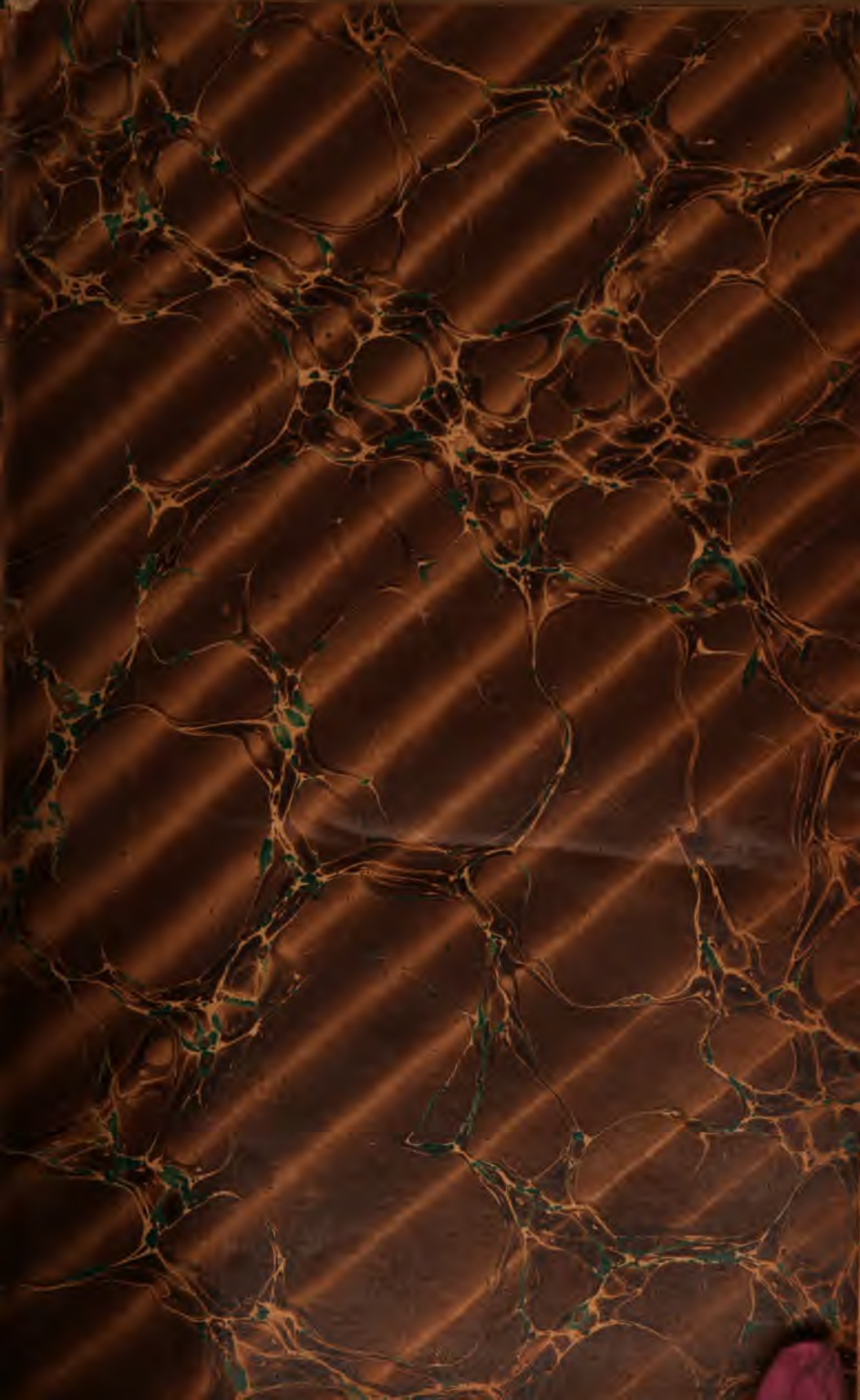
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/


LSoc
1621
70


LSoc 1621 70
HARVARD COLLEGE LIBRARY
VE RI TAS
BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON
FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION



BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.



BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

DEUXIÈME SÉRIE.

TOME XII.

OCTOBRE 1885 A MARS 1886.

La première série se compose de 25 Volumes.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

Quai des Augustins, 55.

1885

L Soc 1621.70



AVIS COMPLÉMENTAIRE.

Le *Bulletin hebdomadaire*, publié avec le concours de la Commission scientifique et des Membres de la Société, paraît régulièrement le dimanche, par cahier de seize pages, et est expédié à domicile aux souscripteurs. Il forme chaque année deux volumes de quatre cent cinquante pages chacun. Il contient les nouvelles scientifiques de France et de l'étranger, ainsi que divers documents scientifiques adressés au Président.

Les Membres qui payent une cotisation annuelle de 15^{fr} reçoivent le BULLETIN *gratuitement*.

Le prix de l'abonnement est également de 15^{fr} pour les personnes qui ne sont pas Membres et qui résident en France. Pour l'étranger, les souscripteurs payent en sus le prix du port, fixé par les tarifs de la poste.

Les Membres ont droit d'assister à toutes les conférences et autres séances de l'Association scientifique.

Toutes les personnes qui désirent faire partie de l'Association doivent en faire la demande au Président, qui les admet, à moins d'avis contraire donné par le Conseil.

On devient **Membre perpétuel** en rachetant la cotisation annuelle par un versement unique de **cent cinquante francs**, lorsqu'on ne s'abonne pas au *Bulletin*, ou de **deux cent vingt francs**, lorsqu'on veut recevoir gratuitement le *Bulletin*.

Tout abonnement est d'une année au moins.

Il continue d'année en année tant qu'il n'est pas dénoncé par écrit. La dénonciation doit être effectuée avant le mois d'avril, époque où l'Administration a fait les frais du service annuel.

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée de l'envoi de 0^{fr},50.

Toute demande de numéros supplémentaires doit être accompagnée de l'envoi de 0^{fr},25 par numéro.

Les abonnés voudront bien envoyer, sans attendre une réclamation, le prix de l'année courante.

Les demandes d'abonnements, les mandats, toutes les communications administratives et scientifiques doivent être adressés à *M. le Président de l'Association Scientifique* (Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne).

Les mandats doivent être au nom du Président ou du Trésorier de l'Association, M. Cosson, membre de l'Institut.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

2e SÉRIE. — DOUZIÈME VOLUME.

BULLETINS HEBDOMADAIRES Nos 288 ET 289.

du 4 et du 11 octobre 1885.

Les cataclysmes volcaniques de 1883 : Ischia, Krakatau et Alaska.

CONFÉRENCE FAITE A LA SORBONNE,

Par M. VÉLAIN,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.

L'année 1883 marquera une date funèbre dans l'histoire du volcanisme, si par *volcanisme* on entend, comme il convient, tous les phénomènes qui dérivent de l'activité interne du globe.

C'est, en effet, à cette date que sont survenues, et pour ainsi dire coup sur coup, les terribles catastrophes d'*Ischia* et de *Java*.

Le 28 juillet, Ischia tout entière était ébranlée jusque dans ses fondements, par un des tremblements de terre les plus désastreux qu'aient jamais enregistrés ses annales.

Un mois après, jour pour jour, le 28 août, les premières nouvelles de la grande éruption de Krakatau nous arrivaient plus terribles encore.

Cette éruption, qui s'est résumée, comme on sait, le 27 août dans une explosion formidable, était à peine terminée, qu'on apprenait qu'à l'extrémité du continent américain, au point même où s'en détache la péninsule d'Alaska, un volcan, le Saint-Augustin, qui, de mémoire d'homme, n'avait donné aucun signe d'activité, entrait aussi en jeu; son réveil subit bouleversait de fond en comble l'île de Chernaboura et bientôt après on voyait surgir du fond de la mer, dans le détroit de Cook, deux îles nouvelles formées de laves et de scories.

Les volcans ont en effet cela de particulièrement terrible, que leurs paroxysmes sont d'autant plus violents que l'intervalle de repos qui les précède est plus grand.

C'est à l'histoire de ces grands phénomènes que doit être consacrée cette conférence. Pour bien se rendre compte de leur origine et de leurs causes, il faut tout d'abord, ainsi que l'a rappelé avec tant d'autorité mon savant maître, M. Hébert, à l'occasion des tremblements de terre d'Espagne, avoir une connaissance exacte de la constitution géologique du sol des régions frappées par ces grandes catastrophes.

Permettez-moi donc, avant d'exposer les diverses phases du tremblement de terre d'Ischia, de retracer l'histoire de cette île où ces phénomènes, depuis qu'elle existe, se sont renouvelés si nombreux, et avec une énergie toujours croissante.

I.

ISCHIA.

Ischia, située au nord-est de la baie de Naples, dans le prolongement immédiat du cap de Misène, fait partie du groupe volcanique des Champs phlégréens, auquel elle se relie par l'île voisine « Procida », qu'un étroit bras de mer de 3^{km} sépare seul du continent. Tout entière de nature volcanique, elle est le résultat de nombreuses éruptions sous-marines d'abord, subaériennes ensuite. Elle mesure 9^{km} dans son plus grand diamètre, de l'est à l'ouest, et 6^{km} du nord au sud. La côte, qui se développe sur une étendue de 28^{km}, est à ce point sinueuse et découpée qu'on ne compte pas moins de 26 caps ou pointes avancées sur ce petit espace; disposition qui tient à ce que l'île est tout entière constituée par des tufs entremêlés de coulées de lave, par des matériaux d'inégale résistance aux érosions marines par conséquent. Dans toutes les parties où les laves prédominent, comme dans le nord-ouest, les côtes sont abruptes, elles deviennent basses dans la région tufacée de l'est; c'est en même temps celle qui toujours a été le plus cruellement dévastée par les tremblements de terre.

Près du centre, dans la partie occidentale, s'élève à plus de 500^{m} de haut (592^{m}) l'*Epomeo*. Sa crête dentelée, semi-circulaire, n'est autre que le reste de l'ancien cratère, d'où sont sorties toutes ces projections de scories et de cendres qui, maintenant consolidées sous forme de tufs, constituent la majeure partie de l'île et s'étendent dans le nord-est jusqu'à la mer. Le cratère de l'Epomeo n'a jamais fourni de laves; toutes les coulées se sont faites latéralement sur les pentes et surtout à la base de la montagne.

C'est de la sorte que se sont édifiés successivement les cônes adventifs, pour la plupart remarquablement conservés, qui se

présentent aux différentes pointes. Chacun d'eux, à la suite d'éruptions successives, a contribué ainsi à l'accroissement de cette île, qui, loin d'être le résultat d'une éruption unique comme beaucoup d'auteurs l'ont pensé, résulte d'une longue série d'éruptions séparées par des intervalles de repos.

Au début, ces éruptions ont été sous-marines et pendant longtemps l'Epomeo n'a formé qu'un récif annulaire, élevé de 2^m à 250^m au-dessus de l'eau, ainsi qu'en témoigne un horizon de marnes tufacées, avec coquilles marines, qui dessine, sur ses flancs, une ceinture très continue, portée maintenant à 500^m par suite d'un exhaussement.

M. Giuseppe Mercalli, qui a donné d'Ischia une étude très approfondie, attribue à cette période sous-marine de l'Epomeo la formation, sur son flanc, de ces massifs de laves qui forment maintenant les monts Vetta, Trippiti et Gafaroli, et seraient apparus au sein des flots, à la manière du Giorgios à Santorin (1).

Dans la période terrestre qui a suivi, l'activité volcanique s'est reportée dans le sud-ouest de l'Epomeo, et des éruptions subaériennes, en tout point comparables à celles issues des flancs de l'Etna, ont donné lieu, dans l'ouest, à la pointe de l'*Imperatore*, dans le sud, au cap *Santo-Angelo*. D'après Breislak (2), les cratères de *Casapolita* et de *Campotese* seraient encore contemporains de cette éruption, qui, dans ce point, a été en partie sous-marine; les tufs du *Monte Imperatore* sont, en effet, recouverts par des marnes remplies de mollusques actuels, portées maintenant à une altitude de 20^m, à une distance de 500^m de la côte.

Des marnes coquillières semblables s'observent, dessinant une ceinture régulière, à une altitude de 40^m, à la pointe de *Castiglione*. Tous ces mouvements alternatifs d'exhaussement et d'affaissement sont en relation évidente avec les oscillations qui, à de nombreuses reprises, ont tour à tour submergé et porté hors des eaux la côte voisine.

Plus tardivement sont apparus successivement, dans le nord-ouest, les cratères du *Monte Vicco*, du *Monte Zale* et du *Monte Marecocco* dont sont issues les grandes coulées de lave de la pointe *di Caruso*.

En dernier lieu, l'activité volcanique s'est concentrée sur le flanc nord de l'Epomeo, et finalement toutes les éruptions historiques se sont faites dans cette direction.

La plus ancienne connue est celle du *Montagnone;* elle a donné lieu au vaste cratère si régulier de forme qui, de beau-

---

(1) G. Mercalli, *L'isola d'Ischia ed il terremoto del 28 luglio* 1883. Milan, 1884.

(2) Breislak, *Viaggi nella Campania*, 1849.

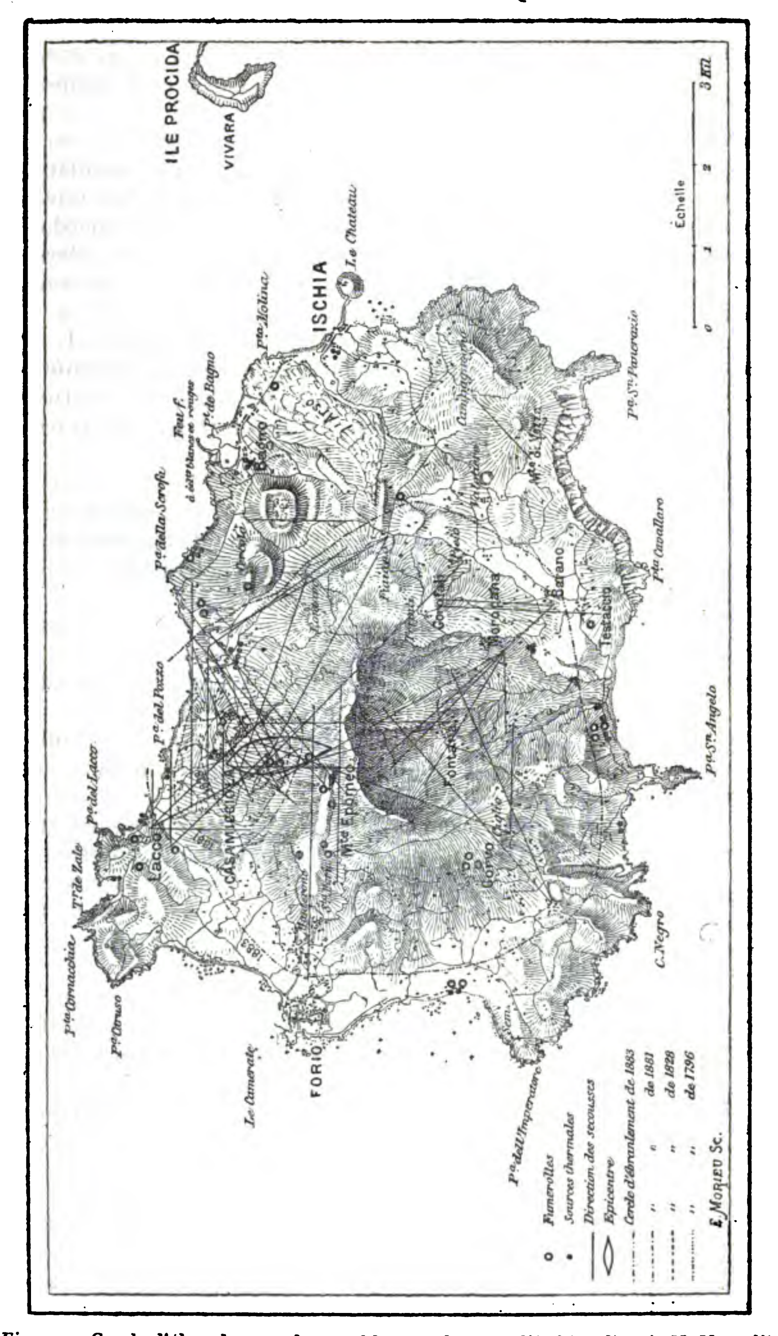


Fig. 1. — **Cercle d'ébranlement du tremblement de terre d'Ischia, d'après M. Mercalli.**

coup, est encore l'appareil volcanique le mieux conservé de toute l'île. Le *Monte Rotaro* et le cratère-lac *del Bagno,* qu'une large échancrure a transformé en port, appartiennent également à cette époque récente.

Des essais nombreux de colonisation ont alors été tentés sur cette île mouvante, qui se montrait déjà fertile et couverte d'une luxuriante végétation. Lyell [1], qui a fait d'Ischia une longue exploration en 1828, raconte que les Érythréens d'abord, les Chaldéens ensuite, qui s'établirent sur l'île avant l'ère chrétienne, en furent chassés par des tremblements de terre incessants, et par les exhalaisons méphitiques qui se dégageaient de tous les points du sol. Plus tard, 280 ans avant J.-C., Hiéron, roi de Syracuse, vint y fonder une colonie, qui bientôt fut expulsée par une explosion formidable précédant la sortie des grandes coulées de lave qui forment maintenant les promontoires de Zaro et de Camso.

Le même sort était réservé aux colonies grecques qui tentèrent ensuite, à diverses reprises, une nouvelle occupation d'Ischia. L'éruption, qui a déterminé la retraite de la première colonie grecque, a donné lieu à *Monte Rosato,* véritable cône de projection dont la formation soudaine est comparable à celle du *Monte Nuovo,* qui s'est élevé plus tard sur le territoire de Pouzzoles, à la suite de secousses formidables occasionnant, dans toute la région des champs Phlégréens, de graves désastres.

Ces deux édifices volcaniques, établis dans les mêmes conditions à deux époques distinctes, correspondant chacune à une période de repos du Vésuve, se signalent par leur forme régulière, comparable à celle des volcans classiques de la chaîne des puys en Auvergne. Tous deux, terminés par un vaste cratère, n'ont donné, comme les volcans d'Auvergne, qu'une seule coulée de lave qui semble avoir épuisé toute leur énergie.

Une longue période de repos a suivi; pendant plus d'un siècle, *Ischia la Joyeuse,* comme on l'appelait alors, a joui d'une tranquillité parfaite; les Romains en avaient fait le séjour le plus enchanteur de l'univers; tous les grands y possédaient une villa.

Il est alors à remarquer que cette période de repos correspond, au Vésuve, avec une reprise d'activité. Le premier symptôme du réveil énergique de ce volcan fut un tremblement de terre qui, en l'an 68, occasionna de graves dommages dans les villes avoisinantes. On sait comment dix ans plus tard, en 79, la paisible montagne, couverte alors de riches cultures et de forêts jusque dans le voisinage de son cratère

(1) *Principes de Géologie,* Liv. XXI, p. 780.

noirci, révéla par une explosion soudaine la force terrible qui sommeillait dans ses profondeurs. La Somma réduite en poudre fut projetée dans les airs; on vit alors une épaisse colonne de fumée s'élever verticalement du sommet, puis s'étendre horizontalement en couvrant la contrée sous d'immenses ténèbres. Jusqu'à Rome le soleil fut obscurci, et l'on crut que la *grande nuit de la terre* allait commencer. Quand la lumière reparut, la montagne démantelée avait changé de forme; les riches forêts qui la couvraient avaient disparu; il en était de même des villes populeuses, Herculanum, Pompéi, Stabies, qui restèrent ensevelies sous la cendre et les débris du volcan, avec leurs habitants, surpris dans un jour de fête, au moment où ils se précipitaient dans les théâtres.

Depuis ce terrible événement, rien ne vient indiquer que le Vésuve ait émis aucun courant de lave, ni la moindre projection, jusqu'en 1106. A cette date, de grandes coulées s'échappèrent du sommet du volcan et se renouvelèrent dans les années suivantes jusqu'en 1138. Puis survint un nouvel intervalle de repos dont la durée fut de soixante-huit années.

Cette nouvelle phase d'inactivité du Vésuve a été marquée à Ischia par une reprise dans les feux de l'Epomeo, qui s'étaient reposés assez longtemps pour que des forêts aient pu naître et grandir aux abords mêmes du cratère. En 1302, notamment, la lave jaillit par une nouvelle ouverture faite à l'extrémité sud-est de l'île. Déjà, l'année précédente, toute une série de tremblements de terre, qui s'étaient succédé avec une effrayante rapidité, avaient bouleversé l'île de fond en comble; ils ont pris fin avec la décharge de ce courant de lave qui jaillit d'une fissure ouverte sur les flancs de l'Epomeo en un point nommé le *Campo del Arso,* près de la ville d'Ischia. Cette lave, très fluide, franchit, en moins de quatre heures, la distance de 3400^{m} qui la séparait de la mer, renversant tout sur son passage à la manière d'un torrent de feu. La ville d'Ischia fut cruellement atteinte; de grands édifices et de nombreuses villas restèrent ensevelis avec leurs habitants. La surface de cette coulée d'Arso, noire ou rougeâtre, hérissée d'aspérités, a résisté à toutes les intempéries; jusqu'à présent elle s'est refusée à porter toute espèce de végétation : il semble qu'elle ne soit refroidie que d'hier.

Cet épanchement de lave est le dernier qui soit survenu à Ischia. Depuis près de dix siècles, l'île n'a plus d'autre issue pour les dégagements de gaz, élaborés dans ses profondeurs, que ses nombreuses sources thermales qui contribuent chaque année, avec l'air pur et la beauté du site, à augmenter le flot des visiteurs. De toutes parts, en effet, dans l'île, et particulièrement dans la partie septentrionale, surgissent des sources chaudes et des fumerolles. Les plus actives, situées près du

bord de la mer, sont celles de Castiglione, près de la pointe de ce nom, les fumerolles de Caccinoto, sur la lave du Monte Tabor, et surtout celles de Gurgitello, près de Casamicciola, qui se signalent par d'abondants dégagements d'acide carbonique. Au-dessus de cette ville, celles du Monte Cito, portées à une température de 100°, donnaient récemment, avec des torrents de vapeur d'eau, de l'acide sulfureux; il en était de même pour celles plus élevées du Monte Corso, situées sur le flanc ouest de l'Epomeo.

Les ruisseaux qui se rendent à la mer sont en majeure partie alimentés par ces sources thermales, et le fond de la mer, jusqu'à une certaine distance de la côte, est porté à une température élevée; sur la plage de Santa-Restituta, les sables sont assez chauds pour qu'on y puisse prendre des bains.

On considère toutes ces émanations comme jalonnées sur une grande fracture, un peu infléchie, dirigée sensiblement est-ouest. Celles plus élevées, sur le flanc nord-ouest de l'Epomeo, correspondent à une seconde fracture nord-nord-ouest sud-sud-est, qui vient se croiser presque à angle droit avec la précédente au Monte Cito, près de Casamicciola. D'après M. Mercalli, une troisième fracture, circonscrivant l'Epomeo sur son versant nord-ouest, livrerait passage aux fumerolles très actives du Monte Corvo et de Santa-Maria del Monte.

En résumé, tout porte à croire qu'Ischia, rivale du Vésuve par la hauteur de son volcan, est un ancien cône de débris, provenant d'éruptions sous-marines d'une grande violence. A mesure que la montagne, croissant en hauteur par l'accumulation successive des projections issues de son cratère central, s'élevait au-dessus des eaux, les parties faibles de ses flancs, cédant sous le poids de la colonne de lave contenue dans la cheminée, livraient passage aux coulées latérales qui ont contribué tout à la fois à l'accroissement de l'île et à sa consolidation. C'est vers le milieu du XIVe siècle qu'elle semble avoir acquis son principal relief. Depuis cette époque, l'Epomeo sommeille et ne donne d'autre signe d'activité que ses dégagements de gaz et de vapeurs. Son sommet aride, déchiqueté, menaçant le ciel, servait de but de promenade aux nombreux visiteurs qui fréquentaient chaque année les stations thermales de Casamicciola, de Castiglione et de San-Lorenzo. Ses sources douées d'une haute thermalité, la fertilité exceptionnelle de ce sol volcanique sur lequel les moindres arbustes deviennent arborescents, eussent suffi pour doter cette île fortunée d'une grande richesse, si les tremblements de terre n'y étaient toujours redoutés.

Ces ébranlements du sol ont toujours été la cause à Ischia

d'effroyables désastres. Des splendides constructions romaines, il ne reste, pour ainsi dire, plus trace; sans rappeler tous les tremblements de terre connus ([1]), celui de 1881, qui est encore présent à notre mémoire, avait déjà détruit en partie Casamicciola, qui maintenant n'existe plus. C'était un avertissement dont malheureusement on n'a pas su profiter.

Tremblement de terre de 1883. — La secousse effroyable

([1]) *Tremblements de terre d'Ischia* (d'après M. Mercalli). Antérieurement à 1302, date de la dernière coulée de lave à Ischia (coulée de l'Arso), toutes les éruptions ont été précédées de violentes secousses ébranlant toute l'île. Après un repos de quatre siècles, ces tremblements de terre se sont renouvelés d'une façon pour ainsi dire incessante, sans être suivis d'aucune émission de lave.

1762 (20 août). — Tremblement de terre violent détruisant en partie Casamicciola.
1796 (18 mars). — Violente secousse détruisant toute la partie de Casamicciola avoisinant la paroisse.
1805 (26 juillet). — Tremblement de terre désastreux ébranlant toute l'île.
1812 (15 septembre). — Violente secousse détruisant le temple de Naples.
1827 (11 avril). — Violente secousse ressentie surtout à Ponza, suivie de treize autres dans la région septentrionale.
1828 (2 février). — Tremblement de terre désastreux détruisant la partie ouest de Casamicciola, et ressenti à Lacco, Fontana, Ischia.
1828 (14 février, 30 juin, 27 septembre). — Violentes secousses ressenties à Casamicciola.
1834. — Violente secousse à Casamicciola.
1841 (6 mars). — Secousse d'une durée de dix secondes détruisant en partie Casamicciola et ressentie moins violemment dans toute l'île.
1851 (14 août). — Tremblement de terre désastreux à Casamicciola.
1852 (7 juin). — Tremblement de terre désastreux à Casamicciola.
1863 (30 janvier). — Tremblement de terre désastreux à Casamicciola.
1863 (22 mars). — Tremblement de terre désastreux à Casamicciola.
1863 (29 avril). — Tremblement de terre désastreux à Casamicciola.
1864 (30 et 31 octobre). — Secousse faible à Forio.
1867 (15 et 16 août). — Fortes secousses à Casamicciola, ressenties jusqu'à Naples.
1874 (23 janvier). — Légères secousses nord-est sous Casamicciola.
1875 (13 juillet). — Secousses ondulatoires ressenties dans toute l'île.
1880 (24, 25, 26, 27 et 28 juillet). — Violentes secousses successives à Forio, Ponza, Casamicciola; épicentre à Ventotene.
1881 (4 mars). — Tremblement de terre très violent à Casamicciola, Fango et Lacco-Ameno.
1881 (18 juillet). — Violente secousse à Casamicciola et à Fango.
1882. — En janvier, retrait subit de la mer sur le littoral; 4 mars, légère secousse.
1883 (28 juillet). — Tremblement de terre s'étendant à toute l'île. — Casamicciola, Lacco et Forio rasées au niveau du sol et détruites.

qui plongea dans la désolation cette riante contrée survint le 28 juillet, à 9^h25 du soir. Au même instant s'élève dans les airs un nuage de poussière, annonçant la destruction subite des trois villes les plus florissantes de la côte nord-ouest, *Casamicciola*, *Lacco-Ameno* et *Forio*.

Cette secousse dura seize secondes et le choc fut assez violent pour ébranler l'île tout entière, en détruisant 1200 maisons. 14000 personnes furent atteintes, dont 800 blessées grièvement; 2313 victimes restèrent ensevelies sous ces ruines.

Casamicciola, Lacco-Ameno furent comme rasées au niveau du sol; Forio, de même, a été entièrement détruite : Fontana, située presque au centre de l'Epomeo, et les autres villages dans le sud, éprouvèrent de moindres dommages. A Ischia, la commotion fut à peine ressentie sans produire de dégâts, et sur le château, situé sur un roc détaché, les vitres seules tressaillirent légèrement. A Procida, une faible secousse ondulatoire fut un avertissement pour les habitants, qui s'écrièrent : « Pauvre Casamicciola » ! C'est, en effet, cette ville qui toujours est le plus cruellement frappée. Sur le continent, à Pouzzoles, les cloches sonnèrent un glas funèbre; au delà les séismographes de Naples et de Rome enregistrèrent seuls le phénomène par de faibles ondulations.

En somme, ce tremblement de terre tire sa violence extrême de ce qu'il a été restreint à un espace très limité, et si Casamicciola a été, comme toujours, particulièrement atteinte, c'est qu'elle se trouve précisément située sur le point de croisement des deux fractures qui traversent l'île, sur un point de moindre résistance par conséquent.

Dans toute l'étendue de la région septentrionale, le sol s'est trouvé largement crevassé, en particulier sur le flanc nord de l'Epomeo entièrement composé de tufs. Aussi en beaucoup de points ces grandes crevasses ont déterminé des glissements de terrains, des éboulements qui ont, pour beaucoup, contribué aux désastres. M. Mercalli en signale un qui, partant d'une altitude de 500^m sur le flanc nord de l'Epomeo, a couvert un espace de 10^{kmq}. C'est là l'origine de ces nuages épais de poussière qui ont suivi la grande secousse, ainsi que celle de ces amas de ponces qui, pendant longtemps, sont restés flottants autour d'Ischia et ont fait croire à une éruption sous-marine.

Parmi ces fractures, les plus considérables sont situées à l'ouest près du Monte Rotaro; à l'est près de Fango, on en a reconnu qui avaient 90^m de large sur une étendue de plus de 1^{km}. De place en place des dégagements abondants de vapeurs chaudes et des émissions boueuses se sont faits au travers de ces fentes, qui toutes se sont ouvertes au milieu des tufs.

Dans les fumerolles et les sources thermales on n'a remarqué aucune recrudescence d'activité, certaines même se

sont taries, d'autres pour un temps ont changé de direction. Celles de Forio et de Citara sont devenues fangeuses. Seuls les jets de vapeur du sommet, notamment ceux du Monte Cito, sont sortis plus violemment. En novembre ils étaient encore très actifs.

C'est en observant avec soin la direction de toutes ces fractures, des lézardes sur les maisons crevassées, en notant aussi la direction des objets dérangés de leur position primitive ou tombés sur le sol, que M. Mercalli a pu déterminer avec une grande précision l'*épicentre*, c'est-à-dire le centre d'ébranlement de cette grande secousse.

C'est la méthode d'observation proposée depuis longtemps par le physicien anglais, Mallet; elle repose sur ce fait que les cassures produites dans le sol, sous l'influence du tremblement de terre, sont en chaque point normales à la direction des ébranlements. Quand on les étudie avec soin, la direction de ces normales a une approximation suffisante pour permettre de fixer leurs points de convergence et, par conséquent, le lieu d'où part le tremblement de terre.

M. Mercalli a pu déterminer de la sorte que la cause des secousses partait d'un point peu profond situé entre 1200^m et 1800^m. La zone d'intensité maximum a pu être également bien délimitée par ce procédé; elle forme un espace elliptique mesurant 150^m dans son plus grand diamètre, 30^m à 40^m dans le sens opposé. Il a pu faire encore cette observation que, pour les tremblements de terre de 1791, 1826 et de 1881, l'épicentre a été le même avec cette différence que les secousses ont augmenté successivement d'intensité (*fig.* 1).

Dans toute l'étendue de cet espace elliptique, les secousses ont été verticales; le choc s'est produit de bas en haut; en dehors, elles se sont faites obliques avec choc latéral; plus loin, elles se sont transformées en mouvements ondulatoires pendant lesquels le sol oscillait comme une mer houleuse.

L'amplitude des secousses verticales à la surface du sol a été peu considérable; par contre, les secousses horizontales et les mouvements ondulatoires ont été très violents, et les plus grands désastres de Casamicciola ont été occasionnés par des effondrements.

A Bavano, la campanille de la chapelle s'est fortement inclinée du nord au sud, puis s'est redressée après le passage de l'onde, et cela à plusieurs reprises différentes. Les murs de la chapelle se sont fendus puis refermés instantanément. A Forio, une jeune fille qui se tenait sur une terrasse a été transportée, comme par une main invisible, sur un rocher situé à 20^m environ sur le flanc de la colline, de l'autre côté de la rue.

Les édifices contruits sur les laves au Monte Zale et à Lacco-Ameno ont incomparablement moins souffert que ceux repo-

sant sur les tufs de l'Epomeo ou sur les argiles qui résultent de leur décomposition par les sources chaudes.

A Casamenella, située tout entière sur ces masses argileuses, il n'en reste plus pierre sur pierre. Il en a été de même pour Forio, établie sur les tufs.

Cette fâcheuse influence d'un sol meuble, peu résistant, tient à ce que la vitesse de propagation y est moindre que dans les roches compactes; les secousses sont moins longues et par suite plus fortes.

Partout où des roches solides émergeaient au milieu de ces terrains meubles, elles ont été peu agitées. En 1775, lors du grand tremblement de terre de Lisbonne, les maisons bâties sur des roches calcaires et sur le basalte restèrent debout, alors que de grands ravages se produisirent dans la plaine formée d'alluvions.

Au travers de terrains si différents au point de vue de la résistance, il se produit ainsi, à la rencontre d'un massif compact, des vibrations en sens contraire, qui annulent la secousse initiale, en donnant lieu à des zones immobiles.

Phénomènes précurseurs. — Quant aux phénomènes précurseurs, ils ont été en juillet, antérieurement à cette date funèbre du 23, les mêmes que pour les tremblements de terre précédents. Les sources thermales de Casamicciola se sont appauvries; il en a été de même pour celles de Forio vers le 15 juillet

Le 27, c'est-à-dire la veille du désastre, celle de Maronti, une des plus actives de la région, s'est tarie. Un vieillard, qui passait près de ces dernières sources, ne se méprit pas sur la valeur d'un pareil avertissement et déclara que c'était là le signe certain d'un prochain tremblement de terre. Le lendemain, en effet, à $9^h 25^m$, par une nuit étoilée, après une journée calme et sereine où l'horizon s'était éclairci à ce point que les touristes, réunis en grand nombre à cette date à Casamicciola, avaient pu admirer le profil gracieux du Vésuve, une secousse effroyable ébranlait l'île tout entière.

Il faut encore ajouter à ce fait que le 24 juillet, à 9^h du matin, quatre jours avant le désastre, on avait entendu distinctement à Casamicciola des bruits souterrains qui avaient, avec juste raison, jeté l'effroi parmi les baigneurs. Mais le régisseur de l'établissement de bains avait calmé leur inquiétude en attribuant faussement ces bruits à l'explosion d'un coup de mine tiré dans le voisinage.

Il reste maintenant à examiner les causes de ce tremblement de terre, qui, de tous ceux qu'a éprouvés *Ischia*, est de beaucoup le plus considérable.

Nous avons vu que, d'après les calculs de M. Mercalli faits avec une excellente méthode et une grande précision, l'*épi-*

centre, c'est-à-dire le foyer de cet ébranlement devait se trouver à une profondeur comprise entre 1200^{m} et 1800^{m}, c'est-à-dire très près de la surface du sol.

Au premier abord, ce fait paraît devoir être interprété en faveur d'une intime liaison entre ces phénomènes séismiques et les manifestations volcaniques.

En effet, on peut concevoir, étant donné que lE'pomeo, à bien des reprises, a donné des signes d'activité, que la lave s'élève dans la cheminée, jusqu'en un point où, ne trouvant pas d'issue vers la surface, elle dépense toute son énergie dans une explosion intérieure.

C'est à cette théorie que s'est arrêté M. Mercalli, qui considère par suite cette désastreuse catastrophe comme produite par une tentative avortée d'éruption.

Il en donne pour raison ce fait, qu'avec cette secousse a coïncidé une augmentation sensible, dans l'activité éruptive des volcans napolitains.

Le Vésuve, en effet, en cette année 1883, a émis une faible coulée de lave qui s'est arrêtée à une petite distance de son sommet; le Stromboli, quittant cette activité modérée et régulière bien connue qui a mérité le nom de *Strombolienne*, aurait passé lui aussi par des *phases explosives*, et cela depuis 1882.

A cette théorie on peut opposer ce fait que, dans le cas d'une pénétration de la lave sous l'Epomeo, le maximum de l'ébranlement se serait produit au centre du massif. Or, on sait que Fontana, qui occupe cette position, est un des rares points privilégiés d'Ischia qui n'ont subi aucun dommage. De plus, étant donnée la constitution du sol de la région tufacée du nord-est, qui toujours a été la plus directement atteinte par les tremblements de terre d'Ischia, il est plus vraisemblable d'admettre que des affouillements séculaires se sont faits *dans ce sol meuble, facile à désagréger*, par les sources thermales qu'on sait être si abondantes dans la région septentrionale. Ces sources, en dissolvant certaines parties du tuf saturé d'eau, en entraînant d'autres dans leur circulation souterraine, auraient amené, en creusant profondément dans le sol, une rupture d'équilibre. Les éboulements que nous avons vus être si nombreux, au point de donner à ce tremblement de terre son caractère particulier, seraient la conséquence de ce ravinement.

On peut aussi invoquer, en faveur de cette conception, la faiblesse des *secousses verticales*, au centre de l'ébranlement, secousses qui auraient dû se faire violentes, dans le cas d'une explosion souterraine comme le voudrait la théorie de M. Mercalli, et surtout aussi ce fait qu'après ce nuage de poussière sèche, ressemblant à une éruption de fumée, qui a suivi immédiatement la formation des crevasses, on a vu sortir en plusieurs points de ces fentes une boue terreuse résultant de

la projection des nappes d'eau souterraines chargées de sable et d'argile, empruntés au sol sous-jacent.

Enfin, je rappellerai encore que, parmi les phénomènes précurseurs constants à chacun des tremblements de terre d'Ischia, on signale, non pas une recrudescence dans l'activité des sources, mais une notable diminution dans le débit et même un arrêt momentané.

Quoi qu'il en soit de ces deux théories, qui prennent comme cause première, soit un *foyer de lave* sous l'Epomeo, soit l'action érosive des sources thermales, aidées puissamment par les dégagements gazeux, il n'en résulte pas moins que ce tremblement de terre d'Ischia, si étroitement localisé à un espace restreint, au point que, sans ses effets désastreux, il serait passé inaperçu, rentre dans le jeu de la dynamique interne.

II.

KRAKATAU.

L'émotion causée par le cataclysme d'Ischia était à peine calmée, que la nouvelle de la catastrophe du détroit de la Sonde nous arrivait plus terrible, plus émouvante encore.

C'est en effet le 26 août, à trente jours d'intervalle par conséquent, qu'une petite île, jusqu'alors pour ainsi dire inconnue, mais dont le nom est maintenant présent à tous, *Krakatau*, entrait subitement en éruption.

Cette éruption suivait son cours ordinaire, sans présages funestes, quand tout d'un coup, le 27 au matin, elle devint formidable; avec un fracas qu'on ne peut comparer à aucun bruit, des nuages de vapeurs aux énormes replis, tout gris de cendres et rayés de pierres incandescentes, s'élancèrent hors de la bouche du volcan, s'étalant sur le ciel en une horrible voûte de plusieurs centaines de kilomètres de large, et la lumière fut obscurcie dans toute cette étendue. Ce fut alors une répétition aggravée de la grande explosion du Vésuve de l'an 79. Cette éruption fut courte; commencée le 26 août, elle était terminée le 27; et la dernière explosion qui termina cette lugubre scène bouleversa toute la région environnante, au point de modifier dans toute son étendue le relief du détroit de la Sonde.

L'éruption du Krakatau, désormais mémorable, qui vient maintenant prendre place à côté de celles célèbres du pic de *Timor,* qui en 1638 sauta en l'air, et du *Tembora,* dans l'île de *Sumbawa,* offre un des plus magnifiques exemples qu'on puisse citer des phénomènes volcaniques. C'est aussi un de ceux qui ont été étudiés de la façon la plus précise et la plus complète : il mérite donc d'être raconté en détail.

Avant cette catastrophe, l'île de Krakatau était absolument inconnue en Europe. Seuls les voyageurs qui passent par le détroit de la Sonde pour se rendre en Australie connaissaient son profil gracieux, ses pentes boisées et la saluaient avec

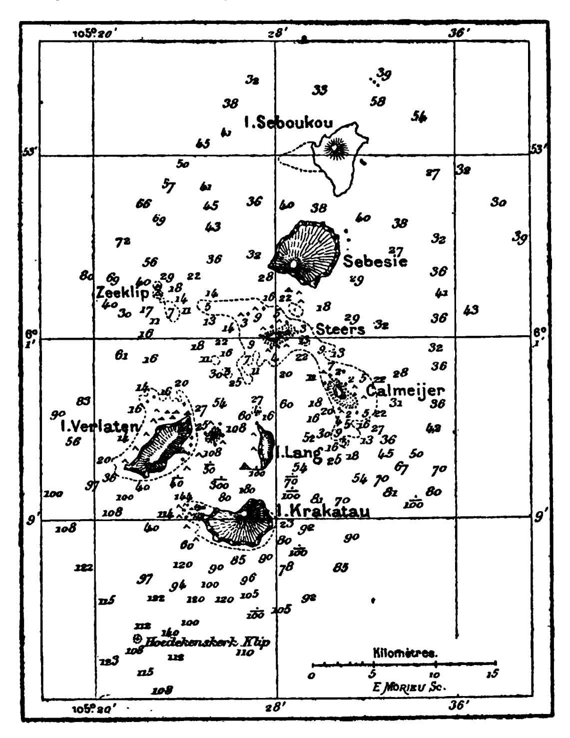


Fig. 2. — La nouvelle Krakatau et les îles voisines.

joie; c'était en effet, depuis *Aden*, la première terre qu'on rencontrait après plusieurs semaines de navigation entre le ciel et l'eau.

Krakatau, placée à l'entrée occidentale du détroit de la Sonde, sur une ligne de fracture qui passe droit en travers du détroit entre *Sumatra* et *Java*, fait partie du groupe volcanique le plus remarquable de tout le globe.

Les îles de la Sonde, et de même les Moluques, placées sur le trajet de ce grand cercle de volcans qui entoure l'océan Pacifique d'un anneau de feu pour ainsi dire continu, sont en effet situées sur un des points du globe le mieux disposé pour être percé par de nombreux orifices volcaniques. Aussi, dans toute cette étendue, on compte près de cent volcans dont la moitié sont encore actifs.

De cette ancienne île de Krakatau, il n'existe aucun lever

détaillé. On ne possède, pour se donner une idée de son relief et de sa configuration, que des cartes marines et hollandaises à petite échelle, ainsi qu'un croquis levé par les ingénieurs hollandais en 1836. Ces cartes lui donnent comme superficie 33^{kmq}. Les croquis montrent qu'elle possédait trois sommets : dans le sud, le *Rakata,* qui par corruption a donné son nom à l'île, (*Krakatoa, Krakatau* en idiome malais), et dont la forme régulièrement conique traduisait bien son origine volcanique. C'était le plus élevé (822^{m}), et son sommet, porté ainsi à près de 900^{m}, était creusé d'un large cratère. Au centre s'élevait le *Danan,* qui est entré en jeu en 1883, et dans le nord le *Perobœwatan,* qui, moins élevé, présentait sur ses flancs de larges coulées de lave.

L'île étant inhabitée, et seulement visitée de temps à autre, par des pêcheurs de Lampong qui venaient y chercher un refuge par les gros temps, en ne s'écartant guère de la côte, les données qu'on possède au sujet des phénomènes éruptifs antérieurs à 1883 sont peu nombreux. On sait seulement qu'en 1680, d'après une relation d'un administrateur de la compagnie des Indes néerlandaises, M. *Wilhem Vogel,* se rendant à son poste à cette date, qu'une explosion, comparable à celle dont nous venons d'être témoins, mais d'importance moindre, s'est produite dans le nord de *Krakatau.*

Peu de temps après, le 19 novembre de la même année, un autre navigateur, *Elias Hesse,* constate que le Krakatau est toujours en travail. C'est alors vraisemblablement le Perbœwatan qui était en éruption.

Il nous faut maintenant franchir l'espace d'un siècle pour trouver dans la relation du troisième voyage du célèbre navigateur Cook, qui relâcha à *Krakatau* en 1780, une des descriptions de l'île nous montrant cette fois que la végétation des tropiques avait repris possession de son domaine et que les feux souterrains ne se manifestaient plus que par des sources thermales assez abondantes dans la partie sud, en partie défrichée, et très peuplée à cette époque.

Depuis, ces sources thermales elles-mêmes s'étaient taries et Krakatau ne trahissait plus son origine volcanique que par la forme régulièrement conique de ses trois sommets qui, souvent enveloppés de brumes, semblaient donner de la fumée.

C'est, dans la partie sud de l'île, le *Perbœwatan* qui, le premier, a donné le signal de cette reprise soudaine d'une activité qui sommeillait depuis deux siècles. Le 20 mai 1883, dans la matinée, une corvette allemande, *l'Élisabeth,* passant devant Anger (*côte est de Java*), vit tout à coup, après des craquements effroyables, une immense colonne de fumée épaisse, chargée de cendres grises et rayée de pierres noircies, s'élancer du sommet du cratère avec la rapidité de

l'éclair, en s'élevant ainsi à une hauteur de plusieurs milliers de mètres; elle s'épanouit ensuite horizontalement en prenant à sa partie supérieure cette forme en pin parasol, si caractéristique des panaches volcaniques. C'est là le prélude certain d'une violente éruption. En effet, pendant six jours les explosions se succédèrent sans relâche, avec des intensités variables et des intervalles de repos.

Le *Perbœwatan* tonnait ainsi violemment pendant quelques secondes, puis se reposait, après chaque effort, comme pour prendre haleine; quand tout d'un coup, vers 6^h, dans la matinée du 26, le *Danan* entre lui-même en jeu. L'orage souterrain se manifeste alors avec une effroyable énergie, et cela sans relâche, jusqu'au 27 août où les plus fortes explosions eurent lieu. Elles se ralentirent ensuite successivement et, le lendemain 28, vers 6^h du matin, tout était terminé. Deux jours par conséquent, ou mieux quelques heures, comme nous allons le voir, ont suffi pour amener, *après d'effroyables désastres*, un changement complet dans le relief d'une vaste étendue de pays: sur la côte seule d'Anger, on évalue à plus de 40000 le nombre des victimes humaines.

La plus forte explosion, celle de $10^h 5^m$, dans laquelle le volcan semble avoir dépensé toute son énergie, a coïncidé avec l'effondrement de l'île, effondrement qui a été la conséquence nécessaire des projections violentes qui se sont ainsi succédé pendant deux jours. Les deux tiers de la surface de l'île, formant une superficie de 23^{kmq}, se sont alors abîmés sous les eaux. A ce moment, une vague immense partait du volcan et, marchant de l'est à l'ouest, s'engageait dans le détroit, très resserré comme on sait; elle remontait sur les côtes voisines, faisait déborder les rivières, envahissait le rivage où elle atteignait 35^m de hauteur, en couvrant les maisons et les plantations. Trois fois la vague se retira, trois fois elle revint, balayant les plantations et noyant les habitants, en causant ainsi d'irréparables malheurs. Pendant ce temps, de la large fissure ouverte s'échappaient des projections de pierres, de cendres et de vapeurs avec une telle intensité que la lumière en fut obscurcie, toute la journée du 27, dans toute l'étendue du détroit.

C'est ainsi dans une explosion formidable que s'est résolue l'éruption de Krakatau. On vit ensuite qu'une grande partie de l'île avait disparu. Les deux cratères, jusque-là si actifs, s'étaient effondrés. Seule restait encore debout la partie septentrionale du Rakata, se dressant comme une ruine gigantesque au milieu de cette lugubre scène.

Les éruptions, qui avaient eu lieu jusque-là au-dessus du niveau de la mer, sont devenues ensuite sous-marines. Jusque-là les deux cratères n'avaient rejeté, avec des torrents

de vapeurs, que des cendres, des pierres et d'énormes blocs arrachés. Mais, à partir de ce moment, de véritables éruptions boueuses se sont faites par suite du mélange de la cendre avec l'eau de mer, et c'est seulement le 10 octobre que ces émissions boueuses ont pris fin; le dernier acte de ce terrible drame était joué.

Laissant de côté, pour le moment, les désastres matériels considérables causés par ce grand cataclysme de chaque côté du détroit, on peut résumer comme suit ses principaux effets : des détonations violentes, comme de mémoire d'homme aucun volcan n'en a produit; de grandes ondulations aériennes qui en ont été la conséquence, des mouvements non moins considérables de la mer, qui se sont étendus à tout le globe; enfin d'immenses masses de cendres, de ponces et de vapeur d'eau lancées vers le ciel et qui forment maintenant sur de vastes étendues de pays des accumulations considérables.

Détonations. — Pendant les deux journées des 26 et 27 août, on entendit de Java, sans interruption, un bruit sourd, continu, comparable à celui du tonnerre dans le lointain.

Un fracas, semblable à des décharges multipliées d'artillerie, annonçait ensuite les explosions qui se faisaient souvent à des intervalles très rapprochés de dix ou quinze minutes; et, de temps à autre, notamment dans la matinée du 27 août, des détonations d'une violence extrême, plus brèves, plus crépitantes, ne pouvaient se comparer à aucun bruit; ces mugissements ont été entendus à des distances considérables, jusqu'à Perth, par exemple, à l'extrémité occidentale de l'Australie, à Ceylan, en Nouvelle-Guinée, ainsi que dans tous les lieux les plus rapprochés du volcan, où ils ont donné lieu à de singulières méprises : des navires ancrés en rade, croyant entendre des signaux de détresse, sont partis en toute hâte à la recherche des navires naufragés; d'autres, pendant la nuit, sur les côtes d'Australie, croyant à une attaque, ont donné le signal de branle-bas de combat; à la pointe extrême de *Sumatra,* les résidents ont pris les armes croyant à une révolte des indigènes qui, de leur côté, s'étaient retirés dans les montagnes et mis en état de défense.

La propagation du son des grandes explosions du 26 août dépasse de beaucoup tout ce qui est connu dans ce genre.

Si, en effet, prenant Krakatau pour centre, on décrit un cercle, avec un rayon de 30° on circonscrit tout l'espace où ces bruits ont été perçus; le diamètre de ce cercle étant de 60°, sa superficie égale près de $\frac{1}{15}$ de la surface totale de la Terre; assurément, depuis les temps historiques, on ne connaît pas d'éruption dont les bruits se soient propagés sur un espace aussi considérable (*fig.* 3).

Lors de l'explosion célèbre du Timbora dans l'île de Sumbawa,

en 1815, le rayon du cercle qui passe par les points les plus éloignés où le bruit a été entendu n'est que de 15°, moitié moindre par conséquent.

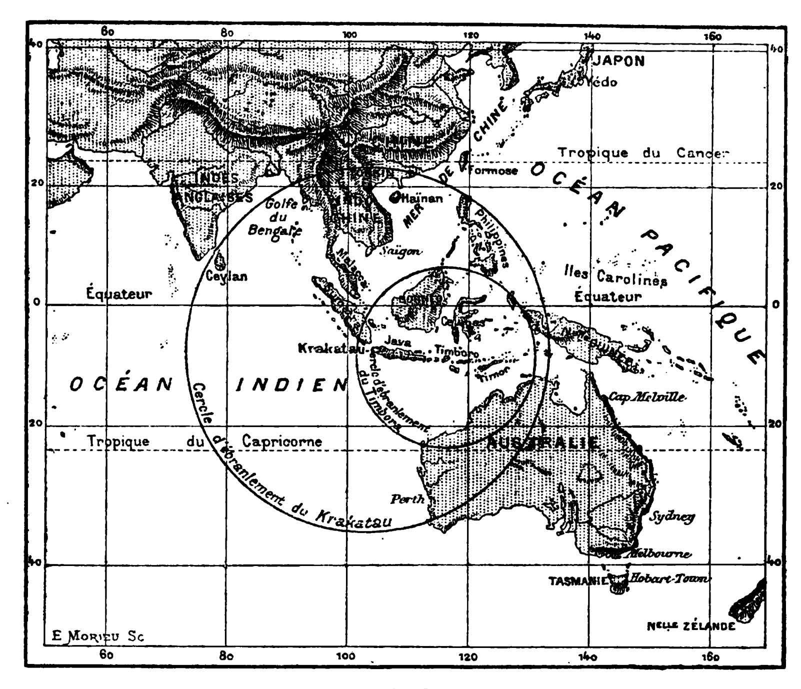


Fig. 3.

Ondes aériennes. — De pareilles variations dans la pression de l'air ne pouvaient assurément s'éteindre aux lieux mêmes de leur production. Elles devaient se transmettre. En plus de ces vibrations sonores, il s'est formé aussi, lors des grandes explosions, des ondes aériennes très longues qui, sans se manifester par des sons, n'en ont pas moins produit des effets très remarquables.

C'est de la sorte, par exemple, qu'à Batavia et à Buitenzorg, à une distance de 150^{km} de Krakatau, des portes et fenêtres ont été secouées violemment, des horloges s'arrêtèrent, marquant ainsi l'heure du phénomène; des objets suspendus aux plafonds ou aux cloisons entrèrent en mouvement ou même furent projetés à terre avec violence, et cela sans secousses, sans vibrations du sol. C'est encore là, en effet, un fait digne de remarque qu'aucune secousse du sol, aucun tremblement de terre n'ait été observé à Java ou à Sumatra, toutes deux si rapprochées, et cela même pendant les plus fortes détonations du 27 août. Mais rien n'égale l'étonnante propagation de

l'onde aérienne qui s'est produite lors de cette explosion du 27 août, qui a provoqué l'effondrement de l'île.

Il est alors parti de Krakatau une onde aérienne qui s'est étendue annulairement à toute la *Terre* avec une vitesse comparable à celle du son. Tous les enregistreurs météorologiques du globe, en décrivant des courbes inusitées, ont permis de suivre la trace et de mesurer la vitesse du phénomène. M. Wolf, à l'observatoire de Paris, interprétant rigoureusement toutes ces observations, a pu montrer que l'événement s'était produit à Krakatau à 11^h du matin (10^h50^m heure de Batavia) et que les variations de pression, produites par cette violente explosion, s'étaient transmises de proche en proche, en faisant le tour de la Terre en trente-trois heures cinquante-six minutes. Elles avaient marché avec une vitesse de 327^m par seconde; on sait que c'est, à peu de chose près, la vitesse du son dans l'air.

On peut donc dire, avec M. Jamin qui, lui aussi, n'a pas manqué d'étudier ce phénomène, que l'explosion qui a mis fin à la période cataclysmique de Krakatau fut entendue du monde entier, et que, pour la première fois, le baromètre en cette occasion avait servi de *Téléphone*.

Vagues. — Les grandes vagues, dont les effets ont été si désastreux sur la côte ouest de Java, se sont également propagées bien loin du centre initial d'ébranlement; alors que les ondes aériennes faisaient le tour de la Terre, elles s'étalaient sur toutes les mers. Celle qui correspond à l'effondrement du pic a monté très haut sur les rivages escarpés du détroit de la Sonde. A Sumatra, Telok-Betoeng a été rasée, et la vague s'est élevée jusqu'à 22^m contre la maison du Résident, dans la rivière qui se jette près de cette ville, au fond de la baie de Lampong. MM. René Bréon et Korthals, lors de leur exploration en juin 1884, ont rencontré à 3^{km} de la côte un grand vapeur à roues, le *Barrow*, qui, maintenant placé en travers du cours d'eau, fait office de pont. Sur la côte d'Anger elle a atteint, dans le nord de la ville, 36^m à 2^{km} dans l'intérieur. Toute la côte occidentale de la résidence de Bantam, sur une étendue qui, en certains points, a dépassé 3^{km}, a été détruite. Cette grande lame, partie de Krakatau à cette date funèbre de 10^h5^m du matin, s'est, de même que l'onde aérienne, transmise annulairement à toute la surface du globe, cette fois par l'eau, dans les divers océans. Dans le Pacifique tout entier, elle a été ressentie au Japon, à Maurice, à Madagascar. Contournant le Cap, elle a remonté l'Atlantique, et est venue se manifester au marégraphe de la Rochelle.

La vitesse de cette lame a été très diverse : elle augmentait avec la profondeur de la mer; ainsi que l'exprime le Tableau suivant, qui montre en même temps le point le plus éloigné dans le sud où ce mouvement de la mer a pu être constaté par

la mission française qui en ce moment explorait le cap *Horn*.

Localités.	Vitesse en milles par heure.	Profondeur moyenne de la mer en mètres
Ile Nordwachter	37	37
Tandjong-Priok (Batavia)	36	35
Ondcepwater-Eiland	33	29
Dandang (Billiton)	31	21
Tandjong-Pandau (Billiton)	32	27 $\frac{1}{2}$
Tjilamaja (Krawang)	31	26
Oedjoeng Pangka (près de Soerobaja)	29 $\frac{1}{4}$	23
Pasar Manna (Benkoelem)	113	344 $\frac{1}{2}$
Padang	109	320 $\frac{1}{2}$
Port Élisabeth	306	2526

Cette propagation de la vague, la plus lointaine que la Science ait notée, s'est faite sans rencontrer d'obstacle sur un trajet de 7700 milles marins, avec une vitesse qui a pu être évaluée à 294^{m} par seconde.

Projections. — Tous ces faits, qui montrent déjà que l'éruption de Krakatau a été un des événements les plus considérables qu'ait enregistrés jusqu'à présent l'histoire des volcans, ne sont rien en comparaison des masses prodigieuses rejetées par les explosions à l'état de vapeurs ou de cendres.

Le volume de ces projections a été évalué à 11^{kmc}, et près des deux tiers de cette masse de cendres et de débris forment maintenant des accumulations de 30^{m} à 80^{m} dans un rayon de 15^{km} autour de l'île; aussi, pendant plusieurs semaines, la navigation est devenue impossible dans le détroit de la Sonde, la mer n'étant profonde que de 36^{m} en cet endroit, et la couche de ponces retombées entre *Krakatau* et *Sébésie* atteignant 30^{m} d'épaisseur (*fig.* 4).

Jusqu'en décembre, une barre flottante de ponces, large de plus de 1^{km} et longue de 30^{km}, avec une épaisseur de 10^{m} à 12^{m}, est venue obstruer la baie de Lampong. Fort heureusement les courants ont eu bien vite raison de ces amas flottants, et pendant longtemps les paquebots, dans leur traversée de l'Océan, ont vu leur marche entravée par d'immenses nappes de ces pierres ponces, sur lesquelles déjà s'étaient fixés les animaux marins pélagiques, tels que les Anatifes.

Actuellement ces ponces, charriées par les courants, forment dans les anfractuosités des côtes de Maurice et de la Réunion des amas stables, qui, après avoir été ainsi longtemps ballottés par les flots et réduits en sables, se disposent par couches et se consolident sous forme de tufs, en emprisonnant les coquilles des mollusques qui vivent dans ces parages. Ce sont là des réserves pour les géologues de l'avenir (un avenir bien éloigné, sans doute).

Ilots. — Ce sont ces masses énormes de ponces et de débris dont le volume, autour de Krakatau, pouvait atteindre jusqu'à 1^{mc}, qui ont donné lieu à ces amas de débris fumants (les ponces étant retombées encore chaudes), qui dépassant de quelques mètres au-dessus de l'eau ont été pris à tort pour des émissions sous-marines.

On a donné les noms de *Steers-Eiland* et *Calmeyer* à ces deux îlots, dont la mer a eu bien vite raison. Lors de l'exploration de M. René Bréon, c'est-à-dire moins d'une année après, il ne restait plus trace de ces deux îles nouvelles, et la sonde accusait une profondeur d'une vingtaine de mètres sur leur emplacement.

Ces amas de matériaux meubles sans cohésion, rapidement

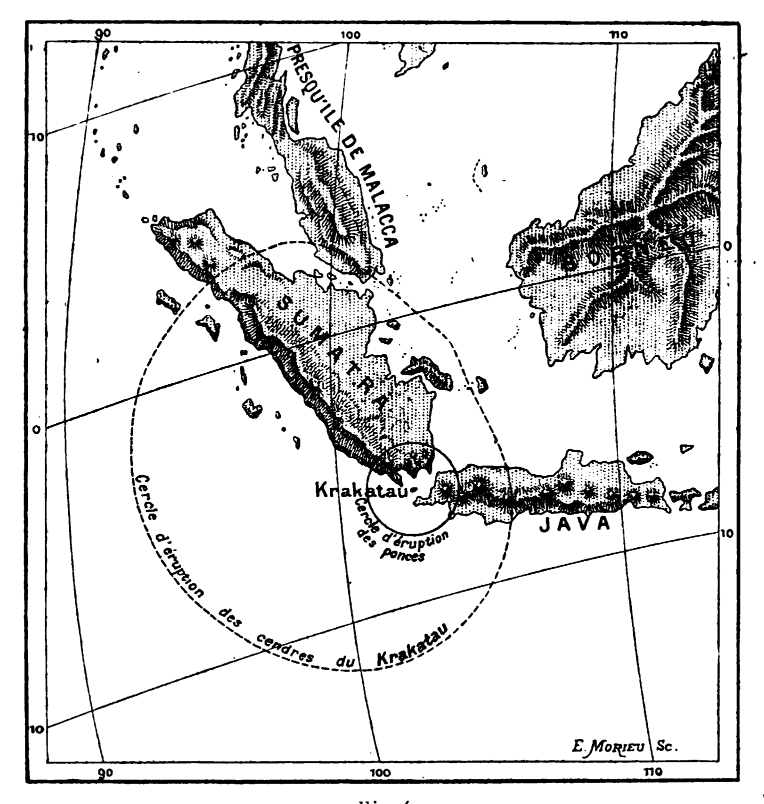


Fig. 4.

balayés par les flots, n'ont jamais qu'une durée éphémère et leurs restes, étalés au fond de l'Océan, sont destinés à former des *tufs*, c'est-à-dire des dépôts caractérisés par le mélange des éléments volcaniques altérés avec les produits ordinaires de la sédimentation.

Cercle des ponces de Krakatau. — Dans l'intérieur de ce cercle, les désastres ont été considérables; de vastes étendues de terres cultivées et d'habitations ont été recouvertes par les ponces, maintenant consolidées et formant souvent des accumulations de 20^m d'épaisseur.

Côte de Bantam. — Sur la côte de Bantam, une large lisière de forêts a été détruite et le sol est recouvert de cendres, que le vent a disposées en monticules comme les dunes de la mer. De même à Tolok-Betong, aux alentours immédiats de Krakatau, ces accumulations de ponces et de débris atteignent en certains points, d'après Verbeck, de 60^m à 80^m.

Les îles voisines, *Verlaten-Eiland, Lang-Eiland,* et même *Sébésie,* autrefois couvertes de la plus riche parure de plantes que la terre puisse porter, sont maintenant non seulement ensevelies sous un épais linceul de cendres ponceuses, mais singulièrement accrues aux dépens de Krakatau. Sur ces amas, maintenant agglomérés en un tuf assez résistant, les eaux pluviales, si abondantes sous ce climat tropical, ont déjà commencé leur travail d'érosion, elles y ont creusé de profonds ravins, et de loin l'aspect général de ces îles donne l'image d'un immense glacier; mais quand on s'en approche, une température de 38° à 40°, due à la réverbération des rayons du soleil sur ces roches blanches, enlève bien vite l'illusion.

Sébésie. — De toutes ces îles du détroit, maintenant couvertes ainsi d'un épais manteau de ponces, Sébésie était seule habitée par 2000 Malais et par un millier environ de ces Chinois avides, qui, fuyant leur patrie déjà trop pleine, émigrent, en grand nombre, sur ces îles de la Sonde; *tous ont péri.* Dans le fond des profonds ravins creusés par les pluies, en quelques endroits l'emplacement de ces villages malais a pu être reconnu et là, comme dans les fouilles de Pompéi, on a pu reconstituer les drames terribles qui se sont passés à ce moment où les forces volcaniques se déployaient avec une grande intensité. Dans leur exploration de Sébésie, M. René Bréon et son compagnon de voyage, M. Korthals, se sont trouvés dans le fond d'un de ces ravins au milieu de vestiges, d'habitations carbonisées, en face du lugubre spectacle d'une cinquantaine de squelettes entassés les uns contre les autres. Ces malheureux, au milieu desquels se trouvaient entr'ouverts et à peu près intacts plusieurs *Korans,* ne pouvant échapper à la grêle de projectiles brûlants qui s'abattaient sur eux, avaient dû se réunir là pour implorer la protection divine.

Cendres. — Quant aux cendres fines qui représentent la lave dans un état de division extrême, elles se sont répandues sur des espaces immenses : dans le nord, jusqu'au Japon, on en a recueilli à Yeddo; dans le nord-ouest jusqu'à Singapore, soit à 900^{km} de Krakatau; enfin dans le sud-ouest, à 1200^{km}.

La superficie couverte par cette pluie de cendres représente un espace de 750000^{kmq}, plus grand que l'Europe centrale par conséquent.

Des cendres fines poussées par les vents ont été encore plus loin, ainsi qu'en témoignent ces particules de cendres, ayant la composition exacte de celle de Krakatau, tombées avec de la neige en Espagne. Je ne puis m'empêcher de rappeler également que ces particules d'une ténuité excessive, mêlées à de la vapeur d'eau, sont restées longtemps suspendues dans les régions élevées de l'atmosphère où, poussées par les vents, elles ont fait un voyage aérien autour du monde, en donnant lieu aux *lueurs crépusculaires* que l'on sait.

II.

Des explosions exceptionnellement formidables, comme celles dont l'île volcanique de Krakatau vient de nous fournir un exemple, tirent leur violence extrême de ce qu'elles sont survenues après une longue période de repos. Le volcan de Krakatau sommeillait, en effet, depuis quatre siècles, avant son réveil terrible en 1883. Il est alors permis de penser que les gaz qui n'ont pas manqué de se dégager dans l'intérieur, pendant cet intervalle, ont dû s'accumuler au point d'acquérir une tension capable de produire les effets surprenants que nous venons de constater.

De cette île, qui occupait une étendue de 33^{km}, il n'en reste plus actuellement que le quart tout au plus.

A la place qu'elle occupait jadis, on trouve maintenant un abîme profond où la sonde descend jusqu'à 300^{m}, à l'exception cependant d'un rocher qui, resté debout, au milieu de cette mer profonde marque l'emplacement qu'occupait jadis toute la partie septentrionale de l'île qui a disparu sous les eaux. C'est à côté de ce rocher, qui ne mesure pas plus de 10^{mq}, que se dresse maintenant encore, menaçante, la *nouvelle Krakatau*, à 822^{m} de hauteur, sa cime étant restée intacte (*fig.* 2).

Entamée dans toute sa hauteur par la grande fracture qui a provoqué l'effondrement du 27 août, elle offre maintenant la plus belle coupe volcanique qui soit au monde.

Des bancs de lave et de scories régulièrement superposés indiquent que l'île s'est édifiée à la suite d'une longue série d'éruptions, plus calmes assurément que celles dont nous venons d'être témoins.

Comme d'habitude, ces coulées et ces nappes de scories se montrent traversées dans le sens vertical par de nombreux filons qui marquent les points d'arrivée des laves et ont chacun contribué à la consolidation de l'édifice.

Toutes les laves anciennes de ce massif, d'après les observations de M. René Bréon, sont de nature basaltique; les unes,

riches en péridot, sont des basaltes francs; les autres, qui en sont dépourvues, des labradorites augitiques. Au-dessus, se développent des coulées compactes de laves andésitiques, qui deviennent de plus en plus acides à mesure qu'on s'élève vers le sommet. Il est donc naturel de trouver les produits de la nouvelle éruption participant à cette composition.

Les ponces blanches, qui forment la majeure partie des roches projetées, sont remarquablement vitreuses et se signalent encore par le grand nombre d'inclusions gazeuses qui s'y trouvent contenues.

Les microlithes feldspathiques y sont très rares; les seuls éléments cristallins qui soient bien développés sont, avec de l'augite, un pyroxène rhombique (hyperstène). Les cendres qui résultent de la pulvérisation de la masse fluide, projetée sous l'influence des dégagements gazeux, offrent la même composition. Les particules vitreuses y abondent et leur refroidissement rapide, dans leur course aérienne, est indiqué par des indices de tension que l'examen optique met bien en évidence.

Avec ces produits cinériformes, on remarque en grand nombre des blocs irréguliers, de dimensions variables, d'une

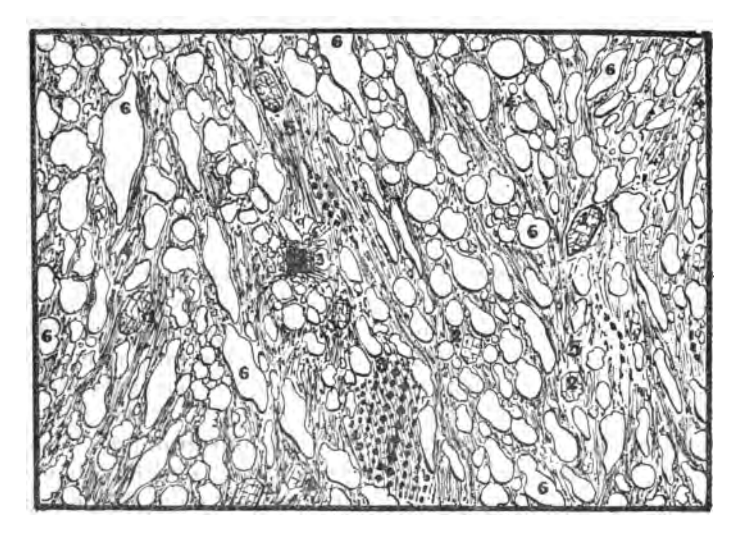


Fig. 5. — Ponce projetée par le volcan de Krakatau, vue au microscope sous un grossissement de 120 diamètres.
1, Hypersthène; 2, Augite; 3, Fer oxydulé; 4, microlithes feldspothiques; 5, matière vitreuse; 6, espaces vacuolaires.

obsidienne andésitique riche en silice (70 à 72 pour 100), qui représente, à l'état solide, ce qu'était la masse fondue projetée par le Krakatau.

Dans le sud, l'île est entièrement couverte par ces projections ponceuses qui atteignent là 80^{m} d'épaisseur.

Au moment du passage de MM. Bréon et Korthals, des éboulements se faisaient d'une façon constante dans cette partie de l'île; des blocs énormes de ponces roulaient jusqu'à la mer en faisant jaillir des gerbes d'eau; tandis que les parties plus fines s'élevaient dans les airs sous forme de nuages, circonstance qui a fait croire qu'à cette époque Krakatau était encore en travail. Malgré cette grêle de projectiles, qui rendait l'appròche de l'île assez périlleuse, nos deux savants explorateurs ont pu, en abordant, se rendre compte qu'il y avait là, sous l'action de la chaleur solaire, qu'on sait être très vive dans cette région, un effet de dilatation des ponces, suffisant pour provoquer des mouvements et faire détacher ces blocs peu agrégés. Le phénomène atteignait son maximum quand l'escarpement était éclairé en plein soleil.

Parmi ces projections, il faut encore signaler de petits fragments arrondis de calcaire marneux, qui ne figurent qu'à l'état d'exception, mais dont il importe encore de tenir compte. Ces fragments, en eff t, arrachés au soubassement de Krakatau, et qui se montrent identiques aux calcaires lacustres tertiaires qu'on connaît sur la côte voisine de Java, doivent leur forme arrondie au rapide mouvement de rotation qu'ils ont exécuté dans la cheminée du volcan. C'est encore là un des effets de cette violente tension des gaz dégagés, qui forme le trait particulier de cette formidable éruption.

III.

ALASKA.

Il nous faut maintenant, messieurs, franchir tout l'espace qui nous sépare, au détroit de la Sonde, de l'extrémité nord du continent américain, pour atteindre au point même d'où s'en détache la péninsule d'Alaska, une région qui, de même que la précédente, a été cruellement éprouvée par des explosions volcaniques.

Cette péninsule d'Alaska, qui dans son plus grand développement mesure 200^{km}, et de même la rangée des îles Aléoutiennes qui lui fait suite, peut encore compter comme une des régions les plus remarquables de tout le globe par le nombre et la grandeur des bouches volcaniques. Quarante-cinq volcans en effet, ensevelis sous les neiges, et qui presque tous ont donné des signes d'activité depuis les temps modernes, s'étagent sur cette grande digue transversale qui semble relier le nouveau continent et l'ancien.

L'Ounimak, adossée à la péninsule, en supporte à elle seule

six, dont l'un, porté à 2400^{m} et toujours fumant, sert pour ainsi dire de phare à l'extrémité du continent américain.

Les tremblements de terre sont fréquents dans cette péninsule et d'une violence extrême. C'est par des secousses de cette nature qu'a préludé l'éruption du 8 octobre dans l'île de Chernaboura; au moment, par conséquent, où tous les phénomènes éruptifs violents avaient cessé dans le détroit de la Sonde, un volcan, le *Saint-Augustin,* qui de mémoire d'homme n'avait donné de signe d'activité, s'est subitement réveillé, et comme d'habitude ce réveil soudain s'est traduit par de violentes explosions. Une pluie de cendres et de scories s'est abattue sur toute l'étendue de la péninsule et bien au delà sur le continent américain.

Ce sont alors des laves basiques, offrant par suite la composition de celles rejetées par les volcans actuels, qui ont été ainsi projetées en l'air sous la forme de cendres et de scories. L'effondrement d'une grande partie de l'île, qui a suivi comme à Krakatau, a de même donné lieu à une immense vague annulaire, dont les effets désastreux se sont fait principalement sentir sur la côte ouest du continent américain.

Le fait important dans cette nouvelle éruption, c'est qu'après cet effondrement le centre éruptif s'est déplacé.

Les éruptions sont devenues sous-marines et l'on vit bientôt naître et s'élever successivement du sein des flots, dans le détroit, deux petites îles, qui en quatre jours atteignaient, avec une hauteur d'une vingtaine de mètres, un demi-mille de large. Tout le monde sait qu'en juillet 1831, dans la Méditerranée, on vit de même apparaître, du sein des flots, un îlot volcanique dont les navigateurs se disputèrent la possession et qui prit tour à tour les noms de *Ferdinandea,* de *Graham* et de *Julia.* Trois mois après son apparition, alors que le roi de Naples revendiquait sa possession, l'île *Julia* n'émergeait plus que de quelques mètres au-dessus de l'eau, et maintenant la sonde marque 320 brasses sur son emplacement.

C'est le sort qui devait être réservé aux deux îles de l'Alaska. Démolies pierre à pierre par l'action des vagues, il n'en reste maintenant plus trace.

Ce que le feu a produit, l'eau s'acharne ainsi à le détruire et dans cette lutte elle reste victorieuse, quand l'édifice volcanique ainsi construit ne résulte que de la seule accumulation des scories, sans intercalation de coulées de laves.

En résumé, ainsi que le montrent suffisamment ces éruptions volcaniques, le globe terrestre est, dans ses parties profondes, loin d'être en repos. De même que sa surface, les régions profondes sont soumises à des actions incessantes.

On n'en saurait douter, quand on considère les volcans qui projettent, comme nous venons de le voir, leurs éruptions

sous les latitudes les plus diverses. Ce qui le prouve avec non moins d'évidence, et pour de plus grandes étendues encore, ce sont ces agitations soudaines, ces tremblements de terre qui, comme ceux d'Espagne, mettent en mouvement ce sol, que nous sommes portés à prendre pour un type de fixité et de stabilité absolue.

On peut dire, sans exagération, que la Terre est ainsi dans un état perpétuel d'ébranlement sur un point ou un autre de sa surface. Quand on accepte, avec Descartes, la fluidité primitive du globe comme principe du volcanisme, et de plus ce grand fait du refroidissement progressif de notre planète, qui oblige son écorce terrestre à se contracter, à se rider, on a l'explication naturelle de ces mouvements incessants.

En dehors de ces deux idées fondamentales, qui sont connexes, il n'est aucune explication qui puisse correspondre à l'ampleur des phénomènes observés.

Les roches foudroyées et l'observatoire de l'Aigoual;

Par M. FABRE,
Inspecteur des forêts.

Dans un récent article (1) M. Regelsperger fait ressortir la rareté relative des roches foudroyées dans les Alpes et les Pyrénées.

Je puis confirmer ce fait pour les principales cimes montagneuses du Plateau central de la France.

Au Puy de Dôme (1465m), aucune roche du sommet ne paraissait foudroyée avant la construction de l'observatoire (2).

Au Pic de Sancy (1826m), la pierre taillée qui forme le signal trigonométrique du sommet est une *andésite* qui ne paraît pas avoir été jamais foudroyée, depuis qu'elle a été placée là par les officiers d'État-Major.

Je pourrais citer également comme n'offrant aucune trace de fulguration les sommets du Mont-Lozère (1702m) *granite,* du Mézenc (1754m) *phonolite,* et du Tanargue (1540m) *gneiss.* Par contre, le sommet du cône volcanique de la Durande (1300m), un des points culminants de la chaîne de Velay, offrait jadis de belles roches basaltiques foudroyées (3).

Ainsi, pendant que certains sommets paraissent être de

(1) *Bulletin,* t. XI, p. 408.

(2) Depuis lors, le grand anémomètre en fer qui surmonte la tour est souvent foudroyé, ainsi que l'a signalé M. Alluard dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

(3) Visite faite le 19 septembre 1869 avec plusieurs membres de la Société géologique de France.

véritables lieux d'élection pour les décharges de la foudre, comme le Pic du Midi par exemple, d'autres au contraire semblent relativement indemnes.

C'est le cas de l'Aigoual (1567^{m}), sommet culminant des hautes Cévennes, sur lequel doit s'élever très prochainement un observatoire météorologique et forestier de premier ordre.

Depuis le mois de juin 1884, j'ai installé au sommet même un vaste pavillon en bois, dont le faîtage s'élève à 5^{m} au-dessus du sol, et dont le toit métallique *n'est pas en communication avec le sol.* Eh bien, malgré cette disposition si défavorable, aucun cas de fulguration ne s'est produit.

Et cependant, de très violents orages ont à plusieurs reprises assailli la montagne. Le 10 juillet dernier, étant sur le col de l'Espérou, j'ai vu moi-même plus de 20 coups de foudre frapper çà et là autour du pic de l'Aigoual; deux mois après, le 27 août la foudre frappait une des maisons du hameau de Camprieu (1126^{m}) et y tuait deux vaches. Enfin le 4 septembre 1885, une véritable trombe d'eau, *un tonnerre d'eau*, comme disent les paysans cévenols, s'abattait sur l'Aigoual et emportait une partie de la nouvelle route de l'observatoire, au bruit formidable des éclats de la foudre. Vérification faite le surlendemain, on trouva quelques plaques de gazon roussies et brûlées par le passage du fluide électrique; mais le pavillon forestier du sommet était resté intact.

De ces quelques exemples, on ne peut évidemment pas tirer de conclusions générales; cependant il semble démontré que les sommets des montagnes ne sont pas toujours, par leur situation même, des points fatalement destinés à la fulguration. Il me paraît au contraire probable que des points plus bas, mais où le sol est plus humide et par suite meilleur conducteur de l'électricité, sont plus fréquemment frappés que les pics ou sommets, qui sont en général constitués par des roches massives sèches et assez peu conductrices.

M. F. Hément adresse la 3e édition, revue, corrigée et augmentée, des *Premières notions de Physique*, qui vient de paraître à la librairie Delagrave. C'est un Ouvrage d'initiation destiné aux élèves des écoles primaires supérieures, des cours d'enseignement spécial et des aspirants et aspirantes aux brevets de capacité pour l'enseignement primaire.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

18 OCTOBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 290.

Du rôle industriel de la magnésie (1);

Par M. Louis VINCENT.

En 1858, notre collègue M. Dony, alors ingénieur de la Compagnie des Salins du Midi, envoya à M. Sainte-Claire Deville de la magnésie obtenue par la calcination du chlorure de magnésium. C'était un produit des procédés inventés par M. Balard pour l'utilisation des eaux mères des salines, procédé mis en pratique en France, à Berre. M. Deville laissa cette magnésie, qui était en morceaux compacts et anhydres, dans l'eau courante, sous un robinet. Au bout de plusieurs mois elle avait pris une grande consistance, était devenue assez dure pour rayer le marbre dont elle avait la densité et la ténacité. Elle était translucide comme de l'albâtre sous une faible épaisseur et cristallisée dans des géodes formées à l'intérieur de la masse.

M. Sainte-Claire Deville constata ensuite que cette matière, abandonnée à l'air pendant six années, n'attirait pas l'acide carbonique, et demeurait un hydrate cristallisé fixe. Cet hydrate existe d'ailleurs dans la nature, ce qui prouve sa fixité absolue. Il se présente en cristaux nacrés ou en masse cristalline d'une couleur blanc verdâtre, dont on a notamment signalé la présence fréquente dans la serpentine. Les minéralogistes le désignent sous le nom de *brucine*.

On trouve également cette matière dans la prédozzite, qui est un mélange où le carbonate de chaux est cimenté par de l'hydrate de magnésie.

Frappé des résultats qu'il avait obtenus, M. Deville continua cette étude avec de la magnésie très pure, préparée en calcinant au rouge sombre du nitrate de cette base. Il pulvérisa

---

(1) Note présentée à la Société scientifique industrielle de Marseille.

de la masse assez finement pour en faire avec de l'eau une pâte demi-plastique et constata une prise rapide et parfaite. Il put ainsi couler des médailles qui firent prise sous l'eau, de façon à présenter l'aspect du marbre.

Calcinée à la température blanche pendant douze heures, pulvérisée et mise en pâte, la magnésie ne s'hydrata plus : ses qualités hydrauliques étaient perdues. M. Sainte-Claire Deville a exposé ces résultats dans une Note présentée à l'Académie des Sciences en 1865. Il indique l'emploi qu'on peut faire de cette matière pour des marbres artificiels moulés, pour des ciments inattaquables à l'eau de mer, etc. Il termine en exprimant l'espoir que l'industrie utilisera rapidement une substance mise à sa disposition à bas prix et en quantités presque indéfinies, grâce aux admirables procédés de M. Balard.

Cet espoir a tardé à se réaliser. La magnésie obtenue par le chlorure était encore à un prix trop élevé. De plus, les procédés de M. Balard, qui devaient produire des quantités énormes de chlorure de magnésium, ont été à peu près abandonnés à peine entrepris, à cause de la concurrence désastreuse faite à l'exploitation des sels de potasse par la découverte imprévue des mines de Strassfurt. Personne ne songea donc à utiliser industriellement les propriétés de la magnésie qui venaient d'être découvertes. On ne fabriqua à Berre que de la magnésie pharmaceutique, et pour l'obtenir à l'état physique exigé par cet emploi, on dut avoir recours à la calcination du carbonate, obtenu en précipitant la base du chlorure de magnésium par le carbonate de sodium.

Je dois dire en passant que la magnésie extrêmement poreuse obtenue ainsi s'hydrate sans faire prise. Elle conserve un état physique particulier qui ne lui permet pas de s'agglomérer en masse dure. Dans ces dernières années cependant on a fabriqué couramment des briques réfractaires en magnésie. Je citerai notamment M. Emile Muller, fabricant de produits céramiques à Ivry, qui livre au commerce, à des prix élevés, des briques de magnésie pure ou presque pure qu'il fabrique, croyons-nous, avec de la magnésie naturelle.

On a découvert, en effet, d'importants gisements de carbonate de magnésie (giobertite), notamment à Mandondi, dans l'île d'Eubée, mer Egée. Il revient en France à 90fr la tonne environ, ce qui fait ressortir à 200fr le prix de la magnésie pure.

D'autre part, M. Colson retirait la magnésie de la dolomie (carbonate double de chaux et de magnésie, très répandu dans la nature. Il y en a d'importants gisements tout près de nous, à Septêmes). Mais les prix de vente atteignaient 400fr par tonne.

Ces prix ne permettaient pas l'emploi courant de ce produit.

Les choses en étaient là quand, il y a deux ans, M. Th. Schlœsing se mit à rechercher le moyen de précipiter industriellement l'ammoniaque dans les liquides qui le renferment, au moyen de la réaction bien connue du phosphate de magnésie sur les solutions basiques des sels ammoniacaux.

Cette étude se rattachait à un problème qui a été fréquemment agité dans ces dernières années, qui a occupé, à plusieurs reprises, la presse technique et même toute la presse et le public : je veux parler de l'enlèvement et de l'épuration des déjections des villes. Voici comment s'exprime M. Schlœsing à ce sujet : (1)

« Personne n'ignore que deux systèmes se disputent les déjections des habitants des villes. L'un veut la projection directe des matières à l'égout au moment de leur émission; les eaux d'égout ainsi enrichies doivent être ensuite utilisées par l'agriculture, ou tout au moins être épurées sur des espaces restreints par la filtration à travers le sol; l'autre conseille de recueillir les déjections, de les transporter et de les traiter dans des usines en vue d'en extraire les principes fertilisants. Le premier est généralement usité en Angleterre et compte en France de zélés partisans; il offre l'avantage de délivrer immédiatement une ville de ses résidus les plus repoussants. Mais si l'on cherche un exemple d'utilisation réelle des eaux d'égout d'une grande ville, on ne le trouve point, et l'on est obligé de convenir que la projection à l'égout équivaut à la projection dans les rivières et finalement à la mer d'une masse énorme de principes fertilisants ravis à la terre végétale. Le second système, au contraire, obéit à la loi de la restitution; il condense les principes fertilisants des vidanges dans des engrais qui retournent aux champs; mais il a contre lui l'imperfection de ses moyens d'exécution, fosses fixes ou mobiles, transports bruyants, émanations offensantes dans la ville et au dehors.

» On lui fait de plus un reproche très grave : l'extraction de l'ammoniaque étant fondée sur l'emploi d'une quantité de vapeur considérable et proportionnelle au cube de liquide traité, les frais d'exploitation s'élèvent en raison de la dilution des vidanges. Le traitement industriel devient donc l'ennemi de l'eau et se trouve dès lors en opposition avec les recommandations expresses de l'hygiène.

» Les plus hautes autorités de la Science, MM. Chevreul, Dumas, Boussingault, Liebig ont proclamé la nécessité de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 156.

rendre au sol les éléments nutritifs des récoltes exportées de la ferme pour aller se concentrer dans les villes ou les usines, et quiconque s'est occupé des conditions de la fertilité des terres a retenu les termes énergiques par lesquels M. Dumas les a résumées : « Toute agriculture qui ne reconstitue pas le « sol est dévastatrice, toute population urbaine qui perd ses « immondices prépare son suicide. »

» Il est donc évident que toute discussion entre les deux systèmes serait superflue et que la supériorité serait définitivement acquise au second, si l'on parvenait à remplir les deux conditions suivantes : recueillir et transporter les vidanges en évitant tout contact avec l'air et le sol, sans émanations nuisibles ou incommodes; leur appliquer un procédé d'extraction des principes fertilisants exempt d'un surcroît de frais occasionné par l'état de dilution des matières.

» La première condition concerne les ingénieurs, elle est à l'étude et, si je ne me trompe, bien près d'être résolue : la seconde est du domaine de la Chimie; j'ai voulu apporter ma contribution à une œuvre qui intéresse au plus haut point le maintien de la fertilité de notre sol... Abandonnant le procédé de la distillation, ennemie de l'eau, j'ai eu recours à une réaction souvent tentée, la précipitation de l'ammoniaque à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien; seulement, au lieu de mettre en présence dans la vidange un sel de magnésie et un phosphate soluble d'un prix toujours trop élevé, j'ai eu recours directement à l'acide phosphorique et à la magnésie, tous deux libres, ou combinés d'avance. »

La fabrication de l'acide phosphorique n'a pas été encore réalisée dans l'industrie : c'est une question à l'étude dont j'espère vous entretenir bientôt [1].

Vous savez qu'il existe dans la nature des masses énormes de coprolithes ou d'apathites, renfermant l'acide phosphorique à l'état de phosphate tricalcique. Ces minéraux se laissent très facilement attaquer par l'acide sulfurique, en donnant de l'acide phosphorique libre et du sulfate de chaux insoluble. La fabrication est donc théoriquement très facile; mais en pratique on rencontre certaines difficultés qui ne sont pas insurmontables.

Pour obtenir la magnésie, M. Schlœsing songea d'abord à la retirer, comme Balard, des eaux mères des salins. Mais, au lieu d'isoler d'abord le chlorure de magnésie, il préféra précipiter l'hydrate par la chaux, dans les eaux impures. Je ne

---

[1] On fabrique cependant, en Angleterre et dans les usines de la Compagnie de Saint-Gobain, des phosphates de chaux acides, liquides, contenant beaucoup d'acide phosphorique libre.

m'attarderai pas à décrire le procédé très ingénieux qu'il proposa à cet effet. Il a été abandonné pour deux causes. Il est d'abord très coûteux de fonder une exploitation régulière avec l'emploi d'eaux mères qui sont toutes abandonnées par les salins à la même époque de l'année; les réservoirs dans lesquels on les accumulerait devraient être énormes. En second lieu, si l'on précipite la magnésie par la chaux dans une solution concentrée de ses sels, on obtient un corps noyé dans une solution concentrée de sels de chaux, ce qui nécessite des lavages difficiles.

Il est plus simple d'avoir recours directement aux eaux de la mer, qui contiennent 2^{kg} de magnésie pure par mètre cube. Si l'on verse dans ces eaux un lait de chaux convenablement préparé, il se forme immédiatement du chlorure de calcium soluble et un précipité laiteux d'hydrate de magnésie. Jetée sur du sable fin, la liqueur filtre en laissant sur le sable une couche boueuse de magnésie qui se dessèche au soleil, s'écaille et se détache d'elle-même du sable adhérent. C'est sur ces principes qu'une petite usine d'essai, devant traiter par jour 100^{mc} d'eau, a été construite à Aygues-Mortes. Elle est installée sur des terrains sablonneux appartenant à la Compagnie des Salins du Midi et le long du canal de navigation et d'alimentation des Salins.

Elle a parfaitement fonctionné avec une production d'environ 1^{kg} de magnésie par mètre carré de sable et par jour de marche.

Ces chiffres seront d'ailleurs très variables suivant le climat et l'état du sable employé.

Lorsque le sable est assez fin, il n'y a aucune crainte de colmatage à avoir, la magnésie boueuse n'y pénètre pas, et les détritus de magnésie restant sur le sable après l'écoulement de la masse s'y dessèchent et deviennent eux-mêmes du sable pulvérulent. L'hydrate de magnésie jouit, en effet, tout comme la silice précipitée, de la propriété de ne plus reprendre l'état gélatineux lorsqu'il a été bien desséché.

Le produit obtenu contient 15 à 18 pour 100 de sels solubles dans l'eau, chlorure de calcium, de sodium, etc. On l'en débarrasse facilement par des lavages à l'eau douce, ou à l'eau de mer, ou même plus simplement en lui laissant passer l'hiver à la pluie.

Ce procédé permettra de livrer à l'industrie de la magnésie calcinée au prix de 90^{fr} la tonne.

Examinons ce qu'elle peut faire du nouveau produit mis à sa disposition.

Je vous ai déjà dit un mot de sa transformation en phosphate ammoniaco-magnésien; j'espère vous en reparler prochainement.

Une autre application qui pourra être immédiate, c'est la fabrication des briques réfractaires. Elle est déjà usuelle, et si elle n'a pas franchi des limites très modestes, cela tient uniquement à la rareté actuelle de la matière première.

La magnésie est absolument infusible à toutes les températures que nous pouvons obtenir. Elle est plus réfractaire que la silice pure, plus réfractaire que l'alumine qu'on n'arrive pas à fondre, mais qui se tord sous l'action du feu, au point de rendre impossible son emploi à l'état pur. Elle n'est pas, il est vrai, plus réfractaire que la chaux, mais tout le monde sait les inconvénients que présente celle-ci, par sa sensibilité aux influences atmosphériques, à l'action de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. La magnésie est le type le plus parfait d'un corps réfractaire, à la condition qu'elle ne soit pas en contact avec une matière acide en fusion.

Elle est très facile à mouler en briques.

Vous n'ignorez pas que l'obtention de briques réfractaires, résistantes et indéformables, préoccupe vivement les métallurgistes, depuis ces derniers temps où la déphosphoration du fer est à l'ordre du jour dans toutes les usines. Vous savez qu'on a reconnu qu'il était relativement facile, dans la transformation de la fonte en acier, de faire passer le phosphore dans les scories à l'état de phosphate, à la condition d'avoir des scories très basiques. La présence du phosphore est la cause la plus générale qui empêche la transformation des fontes en acier ou en fer. Il augmente la tendance du fer à cristalliser, diminue par suite sa ductilité et sa résistance aux chocs.

Pour obtenir des scories très basiques, il fallait éviter de mettre le fer en travail en contact avec les revêtements du four silicatés. Dans ce but on a essayé, depuis plus de quinze ans, l'emploi de la chaux; mais on n'arrivait pas à obtenir ainsi des parois suffisamment résistantes.

Dès 1869, M. E. Muller, de Paris, a fait connaître un procédé consistant à faire le garnissage du convertisseur Bessemer en magnésie et à y introduire des briquettes de chaux destinées à saturer les acides de la scorie; mais la magnésie fut jugée à cette époque trop coûteuse et trop rare.

On chercha un autre corps. La question successivement étudiée par MM. Caron, Tessié du Motay, les ingénieurs de Terre-Noire, etc., fut enfin résolue par MM. Thomas Gilchrist, dont le procédé se répand rapidement.

Il emploie de la dolomie calcinée, dont la composition un peu variable est environ :

Magnésie	25 à	33
Chaux	50	55
Silice	1	10

On revêt quelquefois simplement le Bessemer avec un pisé composé de cette matière, mais la confection de ce pisé est une perte de temps considérable. On préfère en fabriquer des briques à la presse hydraulique en l'agglomérant avec du goudron.

Il ne me paraît pas douteux que les briques en magnésie pure ne soient appelées à remplacer les briques en dolomie.

« La magnésie, dit M. Wolrand, dans une étude générale sur la déphosphoration parue en 1881, la magnésie serait certainement la meilleure matière que l'on pût désirer pour la déphosphoration, mais ce minéral est malheureusement trop rare, le nombre des gisements trop restreint, le prix trop élevé. »

On pourra désormais fabriquer de la magnésie en quantité aussi grande que le réclameront les métallurgistes. Quant aux prix, il faudrait, pour les comparer, connaître exactement les prix des briques en dolomie et la durée relative des matériaux en magnésie pure. Certains industriels avancent, pour le prix de revient des briques de dolomie, le chiffre de 50^{fr} les 1000^{kg}. Il est certain que les briques en magnésie seront beaucoup plus chères; mais, dans les seules contrées où l'on fabrique des briques dolomitiques pour les vendre aux usines à Bessemer, en Angleterre et en Allemagne, les prix sont maintenus entre 100^{fr} et 110^{fr}, et, d'autre part, il faut considérer que ces briques sont tellement altérables au contact de l'air, qu'il faut les conserver sous une couche de goudron privée d'eau par l'ébullition, et que, par suite de la contraction à la cuisson, elles sont difformes et se juxtaposent mal. On est obligé de faire de gros joints d'un mortier de dolomie calcinée aggloméré au goudron, qui est beaucoup moins résistant que la brique et se laisse trouer par l'acier. Aussi parfois le revêtement doit être réparé avec quelques charges.

En fait, tandis qu'on faisait 1000 coulées avec les revêtements en argile réfractaire, on n'en fait pas plus de 100 avec les briques en dolomie. Il est donc évident que si les briques de magnésie ne subissaient pas d'aussi promptes détériorations, leur emploi pourrait se généraliser malgré des prix qui atteindraient au moins le double des briques dolomitiques.

On consomme actuellement, par 1000^{kg} d'acier, 70^{kg} de briques dolomitiques; ce qui constitue une dépense minima de 3^{fr},50.

Ce chiffre vous donne la mesure des débouchés qui peuvent s'ouvrir à la magnésie dans cette seule voie [1].

---

(1) Les usines qui font usage de pisé en magnésie pure ne dépensent pas plus de 20^{kg} de magnésie par tonne d'acier.

La magnésie à 90^{fr} ne coûterait pas plus de 1^{fr},80 par tonne d'acier.

Une autre importante application, signalée, il y a vingt-cinq ans, par Sainte-Claire Deville, et qui mettra encore longtemps à passer dans la pratique, mais qui y passera, soyez-en sûrs, se rencontre dans la fabrication des ciments pour travaux à la mer.

L'action destructive de l'eau de mer sur les ciments ordinaires est un fait bien connu. Mais jusqu'aux travaux de Rivot et Chatoney d'une part, de Vicat de l'autre, on attribuait les désastres constatés à la seule action dynamique des vagues brisant les mortiers et les arrachant peu à peu. Les auteurs que je viens de citer ont montré, par l'analyse des mortiers détruits et l'expérience directe, que c'est aux actions purement chimiques exercées par les sels magnésiens qu'il faut imputer ces désastres.

Si l'on verse, en effet, de l'eau de chaux dans l'eau de mer, il se forme aussitôt un précipité floconneux d'hydrate de magnésie. Le même fait s'observe lorsqu'on place dans l'eau de mer un mortier, un ciment, ou une gangue à pouzzolane dont la prise est récente. Non seulement toute la chaux libre est rapidement remplacée par de la magnésie gélatineuse qui se délaye, mais les sels magnésiens échangent également en partie leur base avec les aluminates et les silicates de chaux. Cette action est lente et progressive, mais la dislocation du ciment en résulte fatalement. Elle a encore lieu, quoique plus lentement encore, pour les mêmes composés parvenus à un degré très avancé de cohésion.

D'après cela, tous les ciments actuellement en usage devraient infailliblement se désagréger dans l'eau de mer. Nous savons cependant qu'il n'en est pas ainsi : l'explication en est simple.

Une légère couche de carbonate de chaux suffit pour empêcher l'action lente des sels magnésiens. Or, indépendamment des fortes quantités d'acide carbonique libre que contient la mer, on sait avec quelle rapidité une surface immergée se recouvre d'une couche de coquillages et de végétation. De là certainement sa préservation. De là l'explication de ce fait, au premier abord étrange, qu'en certains lieux les ciments résistent moins bien qu'en d'autres. C'est ainsi que dans nos ports de la Manche les mortiers s'altèrent plus facilement que dans la Méditerranée, bien que la proportion et la nature des sels contenus dans ces deux mers diffèrent fort peu.

L'emploi de la magnésie éviterait complètement les désastres dus à la désagrégation des mortiers. Il ne paraît pas douteux que ses propriétés constatées plus haut, de reprendre son eau d'hydratation quand elle est mise en présence de l'eau après avoir été portée au rouge sombre, et de la reprendre en donnant naissance à un composé très liant, très dur, susceptible

même de poli, ne la rende admirablement propre à la fabrication des ciments pour travaux en mer.

Je ne vous parlerai, ni de la fabrication des stucs, ni de l'obtention possible de pierres artificielles moulées, ayant le poli, la dureté et la durée du marbre.

Il y a aussi une foule d'autres petites applications possibles, l'épuration des eaux d'alimentation, des générateurs, par exemple. Dans une eau contenant du bicarbonate et du sulfate de chaux, l'hydrate de magnésie fait du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie; celui-ci réagit à son tour sur le sulfate de chaux, pour former du carbonate de chaux et du sulfate de magnésie. Toute la chaux est donc précipitée au bout de quelques heures de repos, et il ne reste dans l'eau que du sulfate de magnésie très soluble, ne pouvant donner lieu à aucune incrustation. Ce procédé a été indiqué en 1858 par MM. Dony et Le Châtelier, et appliqué, d'après leurs conseils, aux forges d'Aubin. Depuis il a été breveté à plusieurs reprises en Allemagne, puis en France. Dans ces dernières années, il a été mis en faveur par MM. Belleville, et, le prix de la magnésie baissant beaucoup, son emploi se généralise. Enfin je ne saurais passer sous silence les études auxquelles se livre en ce moment la Compagnie de produits chimiques Péchjney et C[ie] : elle tente de substituer la magnésie à la chaux pour décomposer le chlorhydrate d'ammoniaque dans le procédé de fabrication de la soude par l'ammoniaque. Le chlorure de magnésium, additionné de magnésie caustique et calciné dans un courant d'air humide, laisse ensuite dégager son chlore en régénérant la magnésie. Ce procédé, qui n'est pas nouveau, mais qui n'a pas encore été appliqué pratiquement, paraît devoir donner de bons résultats entre les mains de ces habiles industriels. Il est inutile d'insister sur son importance. On sait que la perte du chlore est la grave objection faite à la fabrication de la soude par l'ammoniaque. En comblant cette lacune, on assure incontestablement sa supériorité sur le procédé Leblanc.

Telles sont, rapidement passées en revue, les chances d'avenir du nouveau produit.

Les grandes industries chimiques ont à leur disposition un nombre extrêmement restreint de matières premières ou de réactifs, qui forme un contraste singulier avec la diversité des substances employées dans les laboratoires. Cela vient, non pas de ce que leurs besoins sont moindres, mais de ce que, dans la masse innombrable de corps que la nature ou l'art leur présentent, il en est très peu qui satisfassent aux conditions générales de bon marché et d'abondance.

La magnésie réunira dans une large mesure ces conditions, et je suis convaincu qu'elle prendra rapidement son rang

auprès de ce qu'on pourrait appeler les grandes bases en Chimie industrielle : la chaux, la soude, la potasse, l'ammoniaque; et alors surgiront pour elle, comme surgissent tous les jours pour celles-ci, des applications qu'on ne saurait dès maintenant prévoir.

Appareils d'éclairage électrique de M. G. Trouvé, pour les travaux des naturalistes, chimistes, micrographes, etc.

Note présentée à l'Académie des Sciences par M. de Lacaze-Duthiers.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Gustave Trouvé, divers appareils d'éclairage électrique, que j'ai expérimentés dans mon laboratoire de la Sorbonne et

Fig. 1.



Appareil d'éclairage des liquides et des corps en suspens.

qui sont appelés à rendre de réels services dans mes stations zoologiques de Roscoff et de Banyuls, pour lesquelles ces in-

struments ont été construits. Il n'est pas douteux que les chimistes, les botanistes et les minéralogistes ne puissent, comme les zoologistes, en tirer un grand profit. Ces appareils se composent, comme le montre la *fig.* 1, d'un vase cylindrique en cristal, au-dessous duquel est un miroir en glace argentée. Le vase est recouvert d'un couvercle réflecteur argenté, à surface parabolique, au centre duquel est suspendue une lampe à incandescence. Il est rempli d'eau de mer dans laquelle s'agitent des Comatules, des Térébelles, avec leurs longs tentacules, des Lucernaires que je mets sous les yeux de l'Académie en y ajoutant une branche de Corail dont les polypes sont épanouis. Entre le couvercle parabolique et le miroir du fond il s'opère un renvoi de rayons dans une direction parallèle aux parois verticales du vase. L'éclairage ainsi dirigé permet d'étudier ces animaux délicats jusque dans leurs détails les plus minutieux, avec une netteté surprenante, et de suivre tous leurs mouvements avec la plus grande facilité. A l'aide de la loupe, les résultats de l'observation sont vraiment remarquables, si l'on considère la simplicité des organes mis en jeu. A Roscoff, comme au laboratoire Arago, la lumière électrique produite avec les appareils simples de M. Trouvé nous aidera beaucoup

Fig. 2.



Appareil Trouvé pour l'étude des ferments.

pour l'observation des animaux délicats et transparents qui flottent à la surface de la mer et que nous recueillons dans nos pêches pélagiques.

Pour étudier les fermentations, l'appareil est un peu modifié; le couvercle réflecteur est vissé sur une garniture métallique scellée sur le bord supérieur du vase de cristal, pour mettre les préparations à l'abri de l'air (*fig.* 2). Une chemise métallique en forme de lanterne met l'appareil à l'abri de tout choc extérieur.

Voici un second appareil (*fig.* 3), qui n'est autre que le

Fig. 3.



photophore électrique de MM. Hélot et Trouvé, modifié pour l'usage auquel je l'ai employé. Il permet d'opérer les dissections les plus fines en éclairant vivement les préparations. Il sera d'un grand secours dans les journées sombres qui sont fréquentes à Roscoff en été et même à Banyuls en hiver, quand le manque de lumière interrompra un travail déjà commencé. Sa lumière n'altère en rien la couleur des animaux, qui apparaissent tels qu'ils sont au jour. Ce qu'il faut apprécier dans le photophore de M. Trouvé, c'est son petit volume et surtout son maniement très facile, qui permet de le placer comme on le désire, d'éclairer obliquement ou dans tout autre sens l'objet à examiner. Il est, par exemple, possible, en posant sur un pied un bocal rempli d'eau de mer où vivent des animaux, de rester plongé dans l'obscurité, tandis qu'on promène le pinceau éclatant de lumière sur telle ou telle partie du bocal qu'on examine à la loupe.

En faisant varier les incidences de l'éclairage sous une loupe

très grossissante, j'ai disséqué avec beaucoup de facilité des filets nerveux de la plus grande délicatesse et très difficiles à voir en plein jour.

Le générateur d'électricité, qui met en jeu les organes des appareils que je viens de montrer à l'Académie, est peu encombrant; il pèse à peine 3^{kg}; néanmoins il m'a permis d'opérer avec une grande sûreté : c'est du reste la batterie universelle automatique, que notre confrère M. Jamin vous a présentée récemment.

M. Peligot fait remarquer qu'ayant expérimenté les appareils de M. Trouvé dans son Laboratoire de la Monnaie, il a acquis la conviction que ces appareils seront d'un grand secours dans l'enseignement pour faire assister les élèves aux phénomènes de cristallisation.

L'éclairage des phares.

L'amirauté anglaise a fait faire pendant douze mois des expériences au phare de South-Foreland, sur les mérites relatifs de l'électricité, de l'huile et du gaz pour l'éclairage des phares. La question est également à l'étude en France, et l'on se propose d'y donner un grand développement à l'emploi de l'électricité. Il ne sera donc pas sans intérêt de connaître le résultat des investigations faites en Angleterre.

L'éclairage à l'aide du gaz s'est développé particulièrement en Irlande, au lieu que, sur les côtes anglaises et écossaises, on en est presque partout resté à l'huile. La direction des expériences comparatives a été donnée à une personne prise en dehors de la corporation de Trinity-House, M. Harold Dixon, du collège de Balliol, d'Oxford. Le comité chargé des expériences divise le sujet de ses études en deux catégories : 1° les lumières diverses à comparer; 2° les observations faites avec ces lumières.

On choisit pour les expériences le lieu nommé South-Foreland, parce qu'il s'y trouve des machines à vapeur capables de donner de la force motrice à des machines électriques. Ce point a d'ailleurs un magnifique horizon, très propre aux observations marines; le pays, du côté de la terre, est très découvert et l'on peut y établir des signaux, visibles à une très grande distance.

Trois tours, placées à 60^{m} de distance l'une de l'autre (cette distance est assez grande pour que de loin les trois lumières ne se confondent pas), reçurent trois appareils d'éclairage, l'un à l'huile, l'autre au gaz, le troisième à la lumière électrique. Chaque système d'éclairage était combiné pour ce que les Anglais appellent un arrangement multiforme, c'est-à-dire

que les lumières devaient être placées verticalement les unes au-dessus des autres, car on estime que la grande masse de lumière ainsi produite se voit mieux par les temps de brouillards.

Pour le gaz, le système de M. Wigham, qui avait été choisi, exige quatre lumières; pour l'huile et l'électricité, on n'en a que trois; on a craint de ne pouvoir mettre au-dessus de l'autre plus de trois de ces lumières, et le principe de cette superposition est chose tout à fait nouvelle pour ce qui concerne les huiles minérales. C'est M. Wigham qui a adopté le système qu'il nomme *quadriforme* pour le gaz et il a obtenu ainsi une lumière magnifique. Un des résultats des expériences qui viennent d'être faites est précisément la possibilité d'adopter le système de la superposition verticale dans les mêmes conditions pour l'huile et pour le gaz.

Dans ces expériences toutefois, les trois lumières étaient plus éloignées dans les lampes électriques et dans les lampes à huile que dans les lampes à gaz, et, pour établir une sorte de compensation, on a dû employer dans les lanternes à huile des lentilles plus grandes. A l'intérieur des lanternes, à la distance focale convenable, et montées sur des tables rotatives, étaient des portions d'appareils lenticulaires ordinaires. Il y en avait de deux sortes : les uns, destinés à montrer un faisceau périodique de révolution; les autres, destinés à montrer une lumière fixe continue. Ces appareils avaient été choisis de façon à satisfaire à certaines conditions particulières. L'arc électrique, qui est petit, mais très intense, avait un appareil pour lumière fixe avec addition de prismes verticaux, de façon que les rayons étaient rendus parallèles dans les deux plans horizontal et vertical et émergeaient en faisceau très condensé. Avec un appareil à douze faces, il y aurait douze de ces faisceaux, et, si l'ensemble était soumis à une rotation, des faisceaux successifs seraient émis à des intervalles réguliers.

Le gaz, ayant une flamme beaucoup plus étendue que le petit arc électrique, était placé devant de grandes lentilles annulaires; l'huile, qui a une flamme plus grande, exigeait des lentilles annulaires encore plus grandes. Ces lentilles condensent la lumière, en forment un faisceau de rayons parallèles, et, quand l'appareil est en mouvement, elles promènent un grand pinceau de lumière sur l'horizon.

Disons maintenant quelque chose des lumières elles-mêmes. Dans la tour de la lumière électrique, on avait trois lampes ou régulateurs du système Berjot. On employa des charbons de différentes sortes, les charbons de Méritens, divers charbons de Siemens, avec centre de graphite, les uns carrés, les autres ronds. Les trois machines magnéto-électriques qui fournissaient la lumière étaient placées dans une chambre, à peu

près à 300^{m} de la tour, et actionnées par une machine à vapeur. Elles avaient été fournies par M. de Méritens, de Paris. Chacune de ces machines a soixante aimants permanents, en fer à cheval; elles marchent à la vitesse de 600 révolutions par minute. Ces machines fournissent une lumière électrique magnifique, la plus belle qu'on ait encore vue en Angleterre.

Les lampes à huile alimentées avec de la paraffine étaient du type employé depuis dix ans dans les phares de Trinity-House. Cette lampe a donné toute satisfaction : les cheminées en fer qui emportent les produits de la combustion et règlent le tirage sont tapissées d'asbeste et de coton imprégné de silicate; par ce moyen la cheminée en fer rayonne beaucoup moins de chaleur. Les réservoirs à huile sont placés sous la base de la lanterne et la pression est réglée de façon à obtenir un écoulement d'huile parfaitement constant. Outre cette lampe, on a essayé des brûleurs divers, ceux de sir James Douglass, les régénérateurs de Siemens et le brûleur de Sugg.

On établit sur terre diverses lignes de postes, à des distances diverses, pour observer les signaux de nuit; pour les observations faites sur la mer, elles furent confiées à des pilotes, aux gardiens du phare de North-Foreland, à des observateurs très nombreux et placés dans des conditions très variées. On réunit plus de 6000 observations et on les classa dans des Tables. Nous en indiquerons le principal résultat : « La lumière électrique, dans tous les temps, a une supériorité de 35 pour 100 sur le gaz et de 40 pour 100 sur l'huile. » On peut regarder comme définitivement établie la supériorité de la lumière électrique pour toutes les observations marines et pour les signaux à grande distance. Nous avons à peine besoin de faire ressortir l'importance de ce résultat : les chiffres que nous avons donnés plus haut pourront être modifiés; nous avons dit qu'il n'y avait pas identité parfaite dans la disposition des lanternes, et par conséquent que les résultats des observations n'étaient pas strictement comparables. Il n'en reste pas moins le fait que, dans des conditions à peu près semblables, l'électricité a fait ressortir son incontestable supériorité.

Elle a encore un petit avantage par les temps de brouillard, comme le montrent les observations. Il est extrêmement curieux, au reste, de voir combien les lampes les plus puissantes perdent de leur pouvoir à de très faibles distances par un brouillard épais. L'électricité perce le brouillard à 100^{m} plus loin que la lumière du gaz et celle de l'huile. Cette distance est insignifiante au point de vue de la navigation; l'électricité ne sert donc pas plus que les autres lumières dans un brouillard épais. Tout est obscurci alors, toutes les lumières

perdent de leur valeur ; mais quand il n'y a pas de vrai brouillard, quand le ciel est seulement couvert, la lumière électrique prend très vite ses avantages.

Avant de donner les principales conclusions du long rapport fait à la suite des observations que nous avons résumées, il faut dire un mot du prix auquel sont revenues les diverses lumières dont nous avons parlé. Toutefois, nous ferons remarquer que la question de prix est ici secondaire, car l'importance des intérêts engagés dans la navigation est telle qu'il ne faut reculer devant aucune dépense dans les phares.

Une lumière électrique simple coûte moins à installer que la lumière quadriforme du gaz, mais elle coûte plus à entretenir. Le rapporteur anglais, en comptant l'intérêt à 4 pour 100 de la dépense d'établissement, arrive aux chiffres suivants : dépense annuelle pour une station électrique, sans lumières superposées, 1£,927 (somme peu éloignée de 50^{fr}) dépense annuelle d'entretien pour une station à gaz quadriforme, 1£,687 ; pour une station triforme, 1£,124. La dépense d'établissement s'élève pour la station électrique à 17£,749, et, pour la station à gaz, à 20£,516, chiffres qu'on trouvera peut-être bien élevés.

En somme, le comité estime que la lumière électrique s'est montrée la plus effective dans toutes les conditions de temps et a déployé le plus grand pouvoir de pénétration dans le temps de brouillard. Pour tous les usages pratiques, la lumière du gaz, avec le système multiforme de M. Wigham, et la lumière de l'huile dans les brûleurs Douglass, également employée avec le système multiforme, donnent les mêmes résultats avec des lentilles rotatives ; cependant le gaz quadriforme est un peu meilleur que l'huile triforme.

La supériorité de la lumière à gaz est incontestable quand les lentilles sont fixes. Le diamètre plus grand de la flamme du gaz et le rapprochement plus grand des lumières superposées dans la lanterne à gaz produisent un faisceau plus compact que celui qui sort des brûleurs plus éloignés l'un de l'autre de la lampe à huile. Pour l'éclairage des phares, les brûleurs Douglass sont plus puissants et plus économiques que les brûleurs Wigham. L'huile minérale, pour les cas ordinaires, fournit la lumière la meilleure et la plus économique ; pour les caps, les points dangereux, les lieux où il faut une lumière intense, l'électricité offre les plus grands avantages.

(*Chronique scientifique du temps.*)

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11852 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

25 OCTOBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 291.

Rapport du Dr W. Burck, sur son exploration à Sumatra pour la recherche des espèces d'arbres qui produisent la gutta-percha.

M. le Dr W. Burck, directeur-adjoint du jardin botanique de Buitenzorg (Java), vient de publier un Rapport sur les explorations qu'il a faites dans les *Padangsche bovenlanden* (Sumatra) à la recherche des espèces d'arbres produisant la gutta-percha. Ce Rapport renferme beaucoup de renseignements intéressants sur la production de cette matière, si utile pour la confection des câbles et des fils télégraphiques, mais qui semble près de tarir dans la source de sa production. Nous donnons ici quelques extraits de la brochure du Dr Burck, imprimée à Saïgon.

Mode actuel d'exploitation de la gutta-percha et ses conséquences. — On sait que l'exploitation de la gutta-percha se fait par l'abatage de l'arbre. Je n'ai point remarqué d'autres moyens plus sensés d'exploitation. Les arbres sont-ils d'une circonférence colossale, on trouve à la base du tronc des élargissements en forme de lames verticales et l'on est obligé de dresser un échafaudage, sur lequel on se place afin de procéder à l'abatage.

De tels géants sont rares, et encore ne les rencontre-t-on que dans les forêts où la population ne se livre pas à l'exploitation de la gutta. Dans l'épaisse forêt du Sagoh, où selon les indigènes on ne trouverait point d'arbres à gutta, j'ai rencontré un certain nombre de ces géants portant le nom de *njatoeh Bindaloe*. Pour en abattre un, il fallut dresser un échafaudage au-dessus des élargissements verticaux jusqu'à 16 pieds de haut et, à l'endroit où commença le jeu de la hache, l'arbre avait encore 2m,20 de circonférence.

Les indigènes qui se livrent à l'exploitation de la gutta se rendent en général par groupes de trois ou quatre à la forêt.

Dans quelques districts, entre autres L. Kota's, les chercheurs de gutta croient nécessaire de se faire accompagner de quelqu'un qui possède le *Ilmoe,* pour conjurer les esprits qui se montrent dans les arbres (esprits de forêts ou esprits des parents morts).

On fait une offrande expiatoire, après quoi on se met au travail. Comme les arbres producteurs se trouvent dans les parties les plus épaisses des forêts vierges, et que les bois avoisinant les Kampongs sont depuis longtemps dénudés, les chercheurs de gutta vont s'établir pour quelques jours dans la forêt et commencent à bâtir une hutte commune. Ils savent découvrir avec une adresse merveilleuse, dans l'endroit le plus épais, l'arbre à gutta, et s'il leur reste quelque doute quant à l'espèce de l'arbre, dont ils ne peuvent distinguer les feuilles sous la voûte du feuillage ambiant, une simple incision dans le tronc fait couler entre leurs doigts le suc laiteux dont ils peuvent constater la qualité. En outre, ils savent sans erreur déterminer l'espèce, à la couleur du tronc, à l'épaisseur de l'écorce, au plus ou moins de dureté du bois. S'ils ont trouvé un arbre qui leur semble assez fort pour être exploité, ils l'abattent à coups de hache (*balioeng*); après quoi, avec une hachette (*lading*), ils tracent des demi-cercles à des distances de $0^m,30$ à $0^m,50$.

Dans quelques localités on croit nécessaire, avant d'anneler le tronc, de dépouiller l'arbre abattu de sa cime, pour empêcher le suc laiteux de se répandre, l'arbre étant couché, dans les branches et les feuilles de la cime; c'est ce que font aussi les chercheurs de Bornéo.

Le suc se rassemble dans les cercles tracés par la hachette avec plus ou moins de célérité selon l'espèce. Les sucs du *njatoeh balam bringin* [1], du *njatoeh balam doerian* du district de L. Kota', du *njatoeh balam tembaga* de Soepayang [2] ne se figent pas immédiatement; celui du *njatoeh balam tembaga* [3] au contraire est plus épais, se fige facilement et se condense entre l'écorce et les fibres du bois. C'est le suc laiteux du

---

(1) Cet arbre a été décrit par Teysmann et Bonnendyk sous le nom d'*Azaola Leerii;* plus tard Stasskarl l'a décrit sous le nom de *Keratophorus Leerii,* qui fut changé depuis en celui de *Payona Leerii.*

(2) La forme de la feuille de cet arbre a beaucoup de ressemblance avec celle de l'espèce précédente. Le produit est d'une qualité très inférieure et manque de solidité et d'élasticité.

(3) Cet arbre est celui qui donne le meilleur produit; il est peu connu des botanistes qui n'en ont jamais observé les fleurs, les graines ou les fruits. C'est la même plante que le professeur de Vriese a regardée comme une variété de l'*Isoandra guttata* (Hooker). Le D[r] Burck a reconnu qu'elle devait en être distinguée et il lui a donné le nom de *Dichopsis oblongifolia.*

njatoeh balam soesoen [1] qui se solidifie le plus vite; aussi l'indigène lui donne-t-il un autre nom. Quant au *njatoeh balam tembaga*, dont la condensation est plus lente, le chercheur fendille avec sa hachette l'écorce de l'anneau ouvert, la réduit en une sorte de pulpe molle qui arrête le dégouttement. Cette précaution n'est pas nécessaire pour le *njatoeh balam soesoen*. Il ne m'a pas été possible d'établir une différence entre ces deux producteurs, soit dans le tronc, le port ou la forme de la feuille : il ne me reste qu'à conclure que la seule différence consiste dans la compacité du suc.

On a prétendu que l'indigène regarde comme seule bonne la gutta qui se solidifie dans sa main; cette assertion est erronée. Le chercheur de gutta sait fort bien que les espèces produisant un suc clair peuvent cependant fournir une gutta très utilisable.

La cueillette de la gutta liquide se fait en certains endroits avec une extrême incurie. Tandis que le travailleur trace ses anneaux du tronc à la cime, une quantité assez considérable de suc laiteux s'écoule; il ne se donne pas la peine de recueillir ce liquide dans des godets ou des écorces découpées en forme de vase. Les chercheurs d'Andoering (district Kajoe Tanam) prétendaient que la gutta ainsi écoulée est d'une qualité inférieure et se vend à bas prix dans le commerce. Ils trouvaient cette gutta trop blanche et savaient que dans le commerce on la préfère rouge ou brune. En d'autres localités, on ne savait donner aucune raison de cette négligence à perdre ainsi une partie du produit.

L'arbre ayant été découpé par cercles jusqu'à la cime, il s'agit de recueillir le suc qui s'est immédiatement amoncelé dans les cercles en fentes. Avec un racloir de fer on retire tout ce que l'on trouve dans les fentes, tant parcelles d'écorce que suc solidifié, et on le fourre dans un sac fait de la spathe du pinang. Lorsque les anneaux ont été ainsi nettoyés, la besogne est considérée comme finie et l'on passe à un autre arbre. Il arrive souvent que le suc laiteux coule encore et se condense dans les cercles en quantité assez abondante; on le néglige cependant et l'arbre est tout à fait abandonné. J'ai recueilli moi-même plusieurs fois de ce suc délaissé sur un arbre abattu depuis longtemps, et je n'ai cessé de regretter une insouciance qui amène tant de pertes.

Ce n'est pas tout : on peut affirmer qu'en général on ne récolte que la moitié de la gutta fournie par le producteur. En effet, les entailles circulaires n'occupent que la moitié supérieure de l'arbre abattu et couché; l'autre moitié inférieure et touchant le sol reste intacte; il est impossible de retourner cette moitié

---

[1] Variété de l'espèce précédente.

pour y pratiquer les incisions. Ce travail exigerait un plus grand nombre de travailleurs, et la situation de l'arbre au milieu du bois, dans un terrain très accidenté, offre des difficultés presque insurmontables.

L'arbre, débarrassé de sa gutta, reste couché dans le bois sans attirer davantage l'intérêt, sans que personne s'en occupe. Et pourtant le *kajoe balam* (¹) fournit un bois d'œuvre et de construction d'une excellente qualité. L'inspecteur des forêts M. J.-W.-H. Cordes regarde le *balam tembaga* comme un bois solide et compact, à fibres fines, d'un brun rouge foncé, aussi propre à la bâtisse et à la construction des navires qu'à la fabrication des meubles, des lances, des cannes, etc. Selon le même inspecteur, le *kajoe bringin* est un bois lourd, fort, rouge brun, d'une fibre plus fine que le *balam tembaga*, pouvant fournir des poteaux et autres pièces de charpente, et dont les troncs donnent des poutres qui atteignent 13ᵐ de longueur.

Comme les chercheurs de gutta ne sont point charpentiers et, réciproquement, que les charpentiers ne sont point chercheurs de gutta, il arrive, par exemple, qu'au Sagoh on exploite l'arbre *njatoeh balam bindaloe* en lui enlevant de quoi faire des planches et lui laissant sa gutta, tandis qu'à peu de kilomètres de distance, sur l'autre bord de la rivière de Sinamar, les chercheurs enlèvent la gutta du même arbre, nommé là *njatoeh balam pisang* et abandonnent le bois à la pourriture.

Le mode d'exploitation de l'arbre à gutta-percha accuse un vandalisme incroyable; en effet, chaque colosse livré à l'abatage en entraîne dans sa chute un nombre d'autres; on est quelquefois obligé d'abattre préalablement ceux qui l'entourent, auxquels il est relié par des lianes ou autres plantes grimpantes qui le retiennent dans leurs bras de fer.

Les conséquences d'une pareille destruction des arbres à gutta-percha sont faciles à prévoir et se sont déjà fait sentir.

Comme les arbres adultes ont été déjà abattus, les indigènes devront désormais se contenter d'exploiter les jeunes, qui ne fournissent qu'une quantité insignifiante de suc laiteux. On prétend qu'un chercheur de gutta regarde un *njatoeh balam* comme digne d'exploitation, lorsque l'arbre a atteint la grosseur du tronc d'un cocotier (1ᵐ à peu près de circonférence).

Je crois devoir ajouter qu'il m'est arrivé très rarement d'en rencontrer d'aussi gros, et je m'imaginais avoir fait une heureuse trouvaille lorsque j'avais rencontré un tronc de 0ᵐ,60 de circonférence. Il est vrai aussi qu'on trouve encore dans les forêts une quantité assez considérable de grands arbres à gutta, parmi ceux qui donnent un produit de qualité inférieure;

(¹) Ce nom est appliqué d'une manière générale par les indigènes aux arbres à suc laiteux.

ce résultat est dû à ce que la gutta produite par ces espèces n'a paru sur les marchés que dans ces derniers temps, les meilleures sortes devenant de plus en plus rares.

Jamais un indigène ne s'est avisé de propager l'arbre à gutta par des graines ou des boutures, en songeant à l'avenir. Dans différents districts de Sumatra, où la population se livrait autrefois à l'exploitation de la gutta, cette exploitation a cessé après que, par suite de l'anéantissement des gros producteurs, il n'est resté que de jeunes arbres. C'est ainsi que, depuis une dizaine d'années, l'exploitation a cessé à Solok, à Alahan Pandjang, à Soepayang; j'ai vu de mes propres yeux à Halaban une telle diminution des arbres produisant une bonne qualité de gutta, qu'il est probable que dans peu de mois on n'y en trouvera plus un seul exemplaire.

C'est à peine si Poear datar produit dix piculs (1), et l'on m'assure qu'à Si Djoenjoeng les arbres exploitables ont tellement diminué que les chercheurs sont obligés de s'éloigner de plusieurs journées de marche de leurs kampongs pour trouver l'arbre à gutta.

M. Cordes, de son côté, affirme qu'on exploitait encore il y a peu d'années la gutta à Priaman et à Painan, que la gutta de Priaman faisait bonne figure sur les marchés; à l'heure présente, l'exploitation a cessé dans cette partie de Sumatra. Ainsi donc, partout, forte diminution de la gutta-percha. Il ne reste que de jeunes arbres en petit nombre, dont beaucoup ont été écrasés par la chute de leurs congénères plus âgés. Ceux qui pourraient fournir des graines disparaissent partout, et ceux qui survivent seront abattus sans doute avant d'avoir atteint l'état adulte.

Un *njatoeh balam* doit avoir atteint un âge avancé pour pouvoir fleurir et donner des fruits. Plus d'une fois j'ai trouvé un arbre de 30^m de haut et de 1^m de tour, à hauteur d'homme, qui ne portait aucune trace de fleurs tombées ou de fruits, ce qui prouve qu'il n' avait jamais fleuri. Le *balam tembaga* que j'ai trouvé dans les bois de Gloegoer en floraison avait, à 5 pieds au-dessus du sol, $1^m,34$ de circonférence.

Les arbres de Poerwokerto sont âgés de 27 ans environ et ne font que porter leurs premiers fruits. L'*Isonandra gutta* Hook. (*Dichopsis gutta* Benth.) de Singapore, cultivé au Jardin botanique depuis une trentaine d'années, peut être à peu près considéré comme adulte.

On peut donc admettre avec certitude que les producteurs de gutta sont déjà abattus avant leur maturité, et j'en trouve la preuve dans le fait qu'aucun chercheur de gutta de Sumatra n'a su me dire l'époque de la floraison de ces arbres, dont ils

(1) Le picul étant de $62^{kg},500$.

ne connaissaient ni les fleurs ni les graines. Je n'ai jamais rencontré quelqu'un qui ait vu un fruit ou une graine de *njatoeh balam*. Ce fait explique en même temps, d'abord pourquoi aucun herbier au monde ne possède des fleurs et des fruits de ces plantes, ensuite la rareté des plantules dans les forêts.

Épuration du produit brut; mélanges et falsification. — La gutta que nous avons vu recueillir subit une préparation qui peut différer selon l'espèce. Les sucs laiteux, comme ceux du *balam bringin,* sont portés à la maison à l'état liquide. La gutta *balam tembaga,* ainsi que les sortes dont le suc est d'un liquide épais, se trouve de toute nécessité mélangée de parcelles ligneuses.

Avant que le travailleur soit revenu chez lui, le suc s'est déjà condensé. Il retire à la main les plus gros morceaux, jette la masse dans un pot rempli d'eau chaude; la gutta y devient molle et pétrissable et se forme facilement en une masse compacte.

La bonne gutta ne s'attache pas au bois; la masse pétrissable est réduite à la main en une bande aussi plate et mince que possible; les restes des corpuscules ligneux, épars sur la surface de la bande, sont enlevés à l'eau froide ou par le frottement de la main ou de quelque autre manière.

D'ordinaire la même opération se répète une seconde fois; la gutta, de nouveau ramollie, pétrie, étalée en bandes, lavée et frottée, est ensuite pliée en morceaux ou pièces de diverses formes et de grandeur variable.

La gutta épurée deux fois se distingue comme « n° 1 » de celle qui ne l'a été qu'une fois. La gutta livrée au commerce est loin d'être pure : elle est encore mélangée d'une énorme quantité de corpuscules ligneux, qu'on ne peut enlever qu'après diverses opérations par l'amollissement. Une épuration complète coûte beaucoup de temps, au point qu'un travailleur passe des heures entières à débarrasser de corpuscules deux cattis de gutta-percha.

La gutta-percha subit dans le cours de l'opération un changement de couleur : au moment où elle s'échappe de l'arbre, elle est, sans exception, blanche; l'ébullition lui fait contracter une teinte foncée, due sans doute aux parcelles d'écorce qu'elle contient.

Le *balam bringin* prend à l'air une teinte jaune clair; la teinte du *balam tembaga* doit être exclusivement attribuée à la matière colorante dont cette gutta s'imbibe lors de l'épuration.

On a prétendu que les chercheurs de gutta faisaient exprès bouillir la gutta blanche avec une matière tinctoriale, afin de lui donner la couleur recherchée dans le commerce. Il se peut que çà et là pareille manœuvre s'accomplisse; toutefois je ne m'en suis jamais aperçu à Padang.

Il est rare que la gutta-percha soit livrée pure et intacte au commerce. Celle qui paraît sous les noms de *gutta balam tembaga, gutta balam bringin*, etc., se compose dans la plupart des cas d'un mélange de deux ou plusieurs sortes de gutta. Ce mélange est tellement général qu'il ne m'a pas été possible de me procurer, chez les négociants indigènes, des échantillons purs de toute mixture. Le mélange le mieux réussi porte souvent le nom de *gutta balam tembaga,* lors même que cette sorte de gutta n'entre pas dans sa composition.

Afin de mieux juger les propriétés des diverses sortes de gutta-percha, j'ai cru nécessaire de les recueillir toutes.

Tout mélange ne saurait être regardé comme une falsification accomplie à dessein et une fraude préméditée. Expliquons la cause de ces mélanges, et nous verrons qu'ils sont dans la nature des choses.

Les chercheurs de gutta qui se sont procuré une certaine quantité de *balam* de qualité supérieure voient bientôt qu'ils n'en ont point assez pour la vendre avec profit, ils se mettent en route pour trouver un autre arbre qui leur donne une gutta de même sorte, et, comme ils ne le trouvent pas assez vite, ils s'adressent, pour ne pas perdre de temps, au premier arbre qu'ils rencontrent, jusqu'à ce qu'ils aient obtenu une quantité suffisante. Revenus dans leurs kampongs, ils ont en main diverses sortes de gutta, mais de chaque sorte une trop petite quantité pour pouvoir la vendre; c'est alors qu'ils se livrent à ces mélanges dont nous avons parlé plus haut. Ils savent bien eux-mêmes que si l'opération du mélange ne réussit pas à souhait, ils ne pourront obtenir qu'un prix minime, beaucoup plus bas que celui qu'ils auraient le droit d'exiger si la gutta était sans mélange; mais, pour eux, l'affaire principale est d'écouler le produit aussi vite que possible. Ne faut-il pas qu'ils vivent, et pour vivre comment attendraient-ils qu'ils aient séparément une quantité suffisante de chaque sorte de gutta-percha? Ils savent encore par expérience quelles sont les sortes qui gâteraient le mélange, et ils se gardent bien de les employer à leur détriment.

On a souvent attribué à la falsification la présence de corpuscules ligneux dans la gutta-percha. Cette assertion est erronée; ces corpuscules sont dus au peu de soin qu'on a mis à l'épuration du produit brut. Le chercheur de gutta sait fort bien que la gutta-percha n° 1 du commerce l'emporte sur celle qui n'a pas été bien épurée, et qu'il n'est pas dans son intérêt d'en mêler le produit avec des parties ligneuses ou corticales.

On a aussi parlé d'une falsification opérée à l'aide de la farine de sagou; je n'ai jamais eu l'occasion de la constater. Toutefois je n'oserais pas affirmer que de telles mixtures

n'aient pas lieu avant que la gutta-percha soit livrée au commerçant ou à l'industriel.

On s'est souvent demandé s'il y avait nécessité d'abattre l'arbre et s'il ne suffisait pas, pour obtenir la gutta, de pratiquer des incisions dans l'écorce.

L'indigène de Sumatra comprend bien que cette méthode rationnelle, bien appliquée sur le même arbre, donnerait pendant plusieurs années consécutives une certaine quantité de gutta, mais il ne peut s'ôter de l'esprit que cette méthode diminuerait considérablement la production annuelle et récompenserait fort peu ses efforts. Dans son œuvre de destruction, il s'inquiète le moins possible des conséquences qu'elle lui réserve dans un prochain avenir : il ne songe qu'au plus ou moins de peine inhérent à son travail. Si l'ascension à l'arbre et l'incision de l'écorce lui paraissent plus faciles que l'abatage, il monte dans l'arbre sans l'abattre. C'est ainsi qu'il traite les arbres de *kadjai* ou *karet,* les espèces de *getah gitan* et de *ngarit,* qui lui fournissent le caoutchouc.

Quant au *njatoeh balam,* il est convaincu que l'abatage lui coûtera moins de peine que l'ascension; il ne voit donc pas pourquoi il se donnerait la peine de l'inciser seulement, d'autant plus que, selon lui, la production est plus abondante après l'abatage.

L'incision, pratiquée sur les arbres à gutta-percha vivants, non seulement est possible, mais produit deux fois autant que l'abatage. Il se peut bien qu'un arbre ne se laisse pas impunément priver en une fois de tout son suc laiteux; des expériences subséquentes résoudront la question à cet égard; le procès pourra durer trois ou quatre ans : il faudra se contenter chaque année de pratiquer les incisions sur une partie du contour. Une culture réglée n'offre aucune difficulté à la méthode des incisions. Au cas où l'arbre serait d'un accès difficile, on peut dresser tout autour soit un échafaudage, soit des échelles, et par là l'opération n'offrira aucune difficulté insurmontable. Si l'on pratique les incisions dans une direction oblique en forme de V et qu'au point de rencontre on adapte des tubes de bambou recevant le suc, on l'obtiendra sans perdre beaucoup de temps et dans un état presque pur.

Exportation et prix des produits. — Grâce à l'intervention du Directeur du département de l'Intérieur, nous avons reçu les données suivantes, fournies par la factorerie néerlandaise, relativement aux quantités annuelles de gutta-percha provenant des diverses zones de nos possessions. La factorerie a été seule en état de fournir des chiffres authentiques, concernant l'exportation des produits sortant des ports de Bornéo à destination de Singapore.

Les chiffres d'exportation des ports de Palembang, de Sing-

kel, de Baros, de Siboga et de Natal nous manquent complètement.

Quant à Sumatra, les rapports de la chambre de commerce de Padang nous fournissent les chiffres suivants, relatifs à la quantité de gutta-percha sortie de ce port : en 1879, 331 piculs; en 1880, 523 piculs; en 1881, 273 piculs : soit en moyenne, par année, 375 piculs ou 23500kg. Cette gutta-percha provenait en partie des régions indépendantes des Battaks, en partie des régions supérieures de Padang. On ignore la quantité de gutta que ces dernières ont produite. D'après le rapport de l'Assistant Résident de L. Kotta's, dressé sur l'invitation du Directeur des Travaux publics, la quantité de gutta entrée à Kota Baroe, dans le Pangkalan, et exportée directement vers la côte orientale et Singapore, est évaluée à 100 piculs ou 6250kg. La liste des échantillons avec éclaircissements et particularités, envoyée par M. ten Brummeler à l'exposition d'Amsterdam, laisse également dans l'obscurité le chiffre des produits exportés de Sumatra. Là, nous trouvons bien un montant général de 105812kg de produits exportés des différents ports, mais ce chiffre n'est pas assez élevé, parce qu'on ne mentionne pas les districts des Lampongs, Singkel et les plateaux supérieurs de Padang.

Ce chiffre de 105812kg, présenté par M. ten Brummeler, auquel il faut ajouter la moyenne d'exportation de Padang, estimée à 23500kg, et celle de Pangkalan, évaluée à 6250kg, formant un total de 135562kg, ce chiffre, dis-je, ne peut représenter le chiffre total des produits exportés de Sumatra.

Quant à Bornéo, la valeur en argent de la gutta-percha exportée annuellement de Bandjermasin est estimée à environ 300000 florins.

Les produits exportés de Sampit et de Kotaringin forment un ensemble estimé à 160000 florins par an. Les négociants en gutta-percha des pays tributaires de Koetei, Sambalioeng, Goenaq Taboer, Peloengan, y compris les contrées soumises de Pidoeng, Pasir et Pegatan, soutiennent que l'exportation dépasse du double celle de Bandjermasin et par conséquent peut être évaluée à 600000 florins par an. Par conséquent, l'exportation annuelle de Bornéo atteint une valeur de 1050000 florins. D'après le rapport de la factorerie, l'exportation des trois dernières années du Bandjermasin représente 1103740kg; c'est une moyenne de 370000kg par an, tandis que la valeur financière a été évaluée à 300000 florins. Par le calcul on obtient pour le prix du kilogramme 0,80 florin, et pour l'exploitation totale de Bornéo 1312500kg.

Admettons maintenant qu'un arbre, non encore arrivé au maximum de son développement, mais de grandeur moyenne (c'est actuellement le cas ordinaire), produise en moyenne $\frac{2}{5}$ de katti ou 250gr de gutta, il faudra 5250000 arbres abattus

pour fournir cette quantité de gutta-percha; par conséquent, à Bornéo seul, le nombre des arbres abattus est d'environ 5250000 par an. Si, en outre, on veut bien se rappeler ce qui a été dit plus haut, c'est-à-dire que chaque arbre abattu entraîne dans sa chute et anéantit d'autres arbres, on ne sera pas loin de la vérité en soutenant qu'à Bornéo 26000000 d'arbres sont annuellement anéantis au profit de l'exploitation de la gutta-percha.

Après tout ce que nous avons dit relativement à l'exploitation insensée et destructive des arbres à gutta, il n'y a pas besoin d'autre argumentation pour convaincre le lecteur que, dans un laps de temps très court, cet arbre précieux des forêts des Indes néerlandaises et anglaises appartiendra au passé. Des millions de ces producteurs qui, par une culture réglée et une méthode rationnelle, pourraient devenir une riche source de revenus pour nos colonies, sont annuellement détruits, sans qu'une main vigoureuse s'oppose à leur destruction totale. Cette incurie est poussée si loin, que la génération actuelle des chercheurs de gutta ne connaît plus les fruits et les graines de ces arbres, tant sont rares les sujets arrivés à l'état adulte. Il ne reste plus à exploiter que des arbres qui auraient besoin de plusieurs années encore pour donner des fleurs et des fruits; déjà dans plusieurs districts de la côte occidentale de Sumatra, où le vandalisme a été pratiqué sur une large échelle, la population indigène a dû renoncer à une exploitation qui ne la payait plus de ses efforts. On dira bientôt de Sumatra ce qu'il y a plusieurs années déjà on dut dire de Singapore : le dernier arbre à gutta a été abattu.

A Malacca, l'exploitation devra également bientôt cesser : on n'y trouve plus de grands exemplaires, et dans peu de temps il en sera de même de Bornéo.

Selon moi, il n'y a qu'un moyen pour empêcher que dans un très petit nombre d'années la gutta-percha cesse d'être un produit colonial d'exportation pour l'Europe : ce moyen, c'est la culture réglée.

Culture réglée. — C'est au nom du Gouvernement que doit se faire la culture de l'arbre à gutta et cette culture doit être confiée à une personne compétente.

Depuis bien des années la nécessité d'une culture réglée a été démontrée. On ne s'est même point borné à argumenter, car il y a trente ans qu'on a essayé en petit, pour le compte du Gouvernement, un certain nombre d'expériences qui n'ont pas amené le résultat qu'on attendait. C'est ainsi qu'à Soekadana, à Pontianak, à Mampawa et plusieurs fois à Sambas, toutes les tentatives ont échoué. A Pontianak le terrain était trop bas et marécageux : les jeunes plantes mouraient en très peu de temps; il en fut de même à Soekadana, à Mampawa, à

Sambas. La cause de tant d'échecs doit être cherchée dans l'insuffisance des notions que l'on avait sur l'arbre lui-même et sur les conditions nécessaires à son développement. On s'imaginait que l'arbre à gutta de Bornéo était le même que celui qu'on avait trouvé à Singapore; et cependant on n'ignorait pas que ce dernier occupait un tout autre terrain, ce qui devait être un motif suffisant pour douter de leur identité. On savait que l'*Isonandra gutta* n'avait été trouvé dans les environs de Singapore qu'au pied des collines dans des terrains bas et d'alluvion, tandis qu'on n'ignorait pas que la plante de Bornéo ne se rencontre jamais dans de pareilles stations.

Il en a été de même des *njatoeh*, dont nous avons parlé, apportés de Bornéo par le lieutenant-colonel Andreissen et plantés dans le Jardin botanique. Teysmann les fit transporter dans les résidences de Bantam et des Préanger, à des altitude de 1000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Ces plantes, depuis cette époque, auraient pu parvenir à l'état adulte; en dépit de mes efforts, je n'ai pu savoir, pour la majeure partie d'entre elles, ce qu'elles sont devenues. Des 2000 plants de Bornéo, 400 ont été expédiés au contrôleur de Poerwokerto, 384 sont arrivés à bon port, et 77 ont seuls survécu. Ces derniers sont maigres et chétifs; l'Assistant Résident actuel attribue leur mauvais état au peu d'altitude du terrain (300 pieds environ au-dessus de la mer).

Si les cultures à Bornéo avaient été confiées à une personne qui eût connu le terrain dont cet arbre a besoin pour son développement, on ne serait point arrivé à de si tristes résultats; de même, si le Gouvernement avait confié, à Java, à un spécialiste la culture des 2000 *njatoeh*, on serait à l'heure présente en possession d'une plantation d'arbres à gutta-percha de la meilleure espèce. Cette plantation aurait pu devenir considérable, car la personne chargée d'inspecter cette culture n'aurait rien épargné pour étendre la plantation en se procurant de nouvelles graines. Il y a trente ans, il eût été possible de se procurer en abondance des graines mûres, maintenant cela est bien difficile : j'en ai expliqué plus haut les raisons.

Les expériences faites sur les producteurs de la gutta-percha dans les plateaux supérieurs de Padang ont eu pour résultat de faire connaître les espèces qui peuvent livrer au commerce un produit de première qualité.

On connaît maintenant les conditions de leur croissance et de leur développement et l'on peut affirmer en même temps que l'on obtiendra petit à petit une quantité de graines suffisante pour les propager largement.

Il est donc plus que temps, à mon avis, que le Gouvernement se charge de la culture de ces précieux producteurs, car

il ne faut pas compter sur les plantations dirigées par les particuliers.

Ceux-ci doivent voir s'écouler un grand nombre d'années avant de jouir de la rente de leur capital; le Gouvernement seul peut attendre et leur donner l'exemple. Si plus tard la culture devient lucrative, ce à quoi on peut s'attendre par suite de la hausse des prix et des nombreuses commandes venues d'Europe, quelques particuliers se mettront peut-être aussi à l'œuvre. Il est hors de doute que la culture de la gutta-percha deviendra pour nos colonies et notre commerce une source abondante de revenus. Il n'y a point à craindre qu'après vingt-cinq ans, lorsque les plantations du Gouvernement commenceront à produire et que l'exportation de Bornéo, de Sumatra et d'autres îles n'aura pas encore cessé, que le marché soit surchargé de cet article. D'abord, après vingt-cinq ans l'exportation de ces îles aura considérablement diminué et la demande de ce produit, devenu indispensable à l'industrie, en raison des nombreux usages que l'on peut en faire, aura augmenté. Une culture établie au compte du Gouvernement sur des terrains convenables peut se faire sans frais considérables. Il s'agit tout d'abord de choisir dans les bois de vastes clairières où puisse circuler largement la lumière pour favoriser le développement des plantes et où l'on trouve en même temps assez d'humidité et d'ombre pour protéger les jeunes plants contre le dessèchement. A mesure qu'ils se développeront, on pratiquera dans le bois de nouvelles éclaircies, on étendra les plantations au moyen de plantules, ou bien, si finalement cela se trouve être possible, par des boutures.

Le succès de l'entreprise sera assuré, si elle est confiée à une personne chargée spécialement de tout ce qui concerne la culture de ces arbres et qui soit en état, en se procurant des graines et des jeunes plantes de toutes sortes, d'en propager aussi promptement que possible la culture.

Il sera également nécessaire que la personne en question soit un botaniste, afin de pouvoir examiner et décrire, au point de vue scientifique, les arbres à gutta-percha indigènes dans notre archipel et encore inconnus jusqu'ici et que, ainsi, elle soit en état d'augmenter le nombre des arbres cultivés aux frais du Gouvernement en y joignant la culture d'autres espèces de bonne qualité. En outre, elle songera aux moyens propres à obtenir une exploitation rationnelle et à augmenter à peu de frais la quantité du produit sans que le producteur en souffre, etc.

Alors seulement une telle entreprise pourra fournir des résultats satisfaisants.

Le partage des graines entre les différents districts de notre immense colonie, leur envoi à divers fonctionnaires pour que

ceux-ci se chargent de les élever au milieu d'autres espèces de végétaux, font courir aux jeunes plantes de grands dangers et aboutissent à un résultat négatif.

En effet, ces plantes, confiées à divers contrôleurs, subiront dans chaque district une culture particulière et différente; et il y a tout à parier qu'après quelques années ces nouveaux essais n'auront pas produit de résultats, et alors il sera trop tard pour établir une culture réglée de l'arbre à gutta-percha.

Arrivé à la fin de ce rapport concernant les espèces d'arbres produisant la gutta-percha dans les plateaux supérieurs de Padang, rapport dans lequel j'ai passé en revue la culture en question, l'exportation du produit, sa valeur et ses prix, je voudrais, avant de finir, faire connaître aux intéressés cinq espèces d'arbres à gutta-percha qui ont toutes paru produire un suc d'excellente qualité.

En premier lieu : le *Dichopsis oblongifolia*, qui, dans diverses zones de nos colonies, fournit un produit, exporté sous différents noms et connu sur les marchés européens sous la désignation de *gutta taban, gutta taban merah*, etc. J'en ai rapporté 75 jeunes plants de Sumatra; ils se trouvent maintenant dans le Jardin botanique, soumis à une culture régulière, et seront bientôt transplantés en plein champ pour s'y développer à l'aise.

Nous recevrons dans quelques jours une grande quantité de graines de cet arbre, soit des plateaux supérieurs de Padang, soit par l'intermédiaire de l'Assistant Résident de Poerwokerto ([1]).

En second lieu : le *Payena* (*Keratophorus*) *Leerii* (*Hassk.*) ou *njatoeh balam bringin*. Nous en attendons aussi une quantité considérable de graines, aussi bien des régions de Padang que de Banka. Dans quelques jours les deux arbres que possède le Jardin botanique porteront des fruits mûrs.

En troisième lieu : le *Dichopsis gutta* Benth., qui, il y a trente ans, a été transporté de Singapore au jardin de Buitenzorg, et qui cette année a fourni de nombreuses graines dont 350 sont maintenant à germer.

En quatrième lieu : le *Dichopsis spec.* de Pontianak. Cet arbre, cultivé dans le Jardin botanique, appartient à une autre espèce, et sera décrit dans quelques mois dans les *Annales du Jardin botanique*. Nous avons en ce moment 80 graines germinantes de cet arbre qui fournit un excellent produit.

En cinquième lieu : le *Dichopsis spec.* C'est une espèce inconnue qui vient de Banka et appartient au même genre.

([1]) Contrairement à notre attente, le jardin de Buitenzorg n'a pas réussi à obtenir de graines de *Dichopsis oblongifolia* (juillet 1884).

L'arbre porte maintenant des fruits qu'on pourra sous peu recueillir. Plus tard en paraîtra aussi la description.

Ces cinq espèces donnent un produit de haute valeur et méritent la plus grande attention, ainsi qu'une culture minutieuse.

Les produits fournis par le *Dichopsis oblongifolia,* le *Dichopsis gutta* et le *Dichopsis* de Pontianak me paraissent avoir des propriétés semblables. Celui du *Dichopsis* de Banka a plus de rapport avec celui du *Payena Leerii.*

Enfin, il y a au jardin de Tjikeumeuk, près de Buitenzorg, une plantation considérable d'une espèce d'arbres à gutta-percha appelés aussi *njatoeh,* dont le Directeur du Jardin botanique a reçu un grand nombre de graines, grâce à l'obligeance du résident Ecoma Verstege; je doute cependant que ce produit puisse être compté parmi ceux d'une qualité supérieure. J'ai aussi apporté de Sumatra (*Padangsche Bovenlanden*) des graines de deux espèces inconnues : *njatoeh balam gloegoer* et *njatoeh soegi-soegi.* Le produit de ces espèces est de qualité inférieure; elles ont plus de valeur au point de vue botanique qu'au point de vue pratique; deux exemplaires en sont mis au Jardin botanique.

Le Directeur du Jardin botanique se propose d'établir au jardin de Tjikeumeuk des plantations de ces cinq premières espèces, chacune de 200 exemplaires. De cette façon on pourra disposer plus tard d'un nombre considérable de plantes, pouvant produire annuellement une grande collection de graines.

Celles-ci serviront alors tant à étendre les plantations du Gouvernement qu'à être mises à la disposition des particuliers qui voudraient s'adonner à la culture des arbres à gutta-percha.

Le jardin possède en ce moment un nombre de graines du *Dichopsis gutta* plus considérable qu'il n'est nécessaire pour faire les essais de culture; dans quelques semaines il en sera de même des espèces *Payena* (*Keratophorus*) *Leerii* et *Dichopsis oblongifolia.*

Nous émettons le vœu que des terrains soient choisis aussitôt que possible pour la création de ces cultures aux frais du Gouvernement.

Observatoire de Rio-de-Janeiro ([1]).

L'observatoire de Rio-de-Janeiro, au Brésil, comble une grande lacune que le monde savant avait jusque-là laissée

([1]) Extrait de *la Nature,* d'après les *Annales de l'observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.*

subsister : celle d'un observatoire de première classe situé dans la zone tropicale, et où l'on puisse observer au zénith même, les astres mobiles du système solaire.

L'édifice actuellement occupé par l'observatoire de Rio-de-Janeiro comprend un rectangle de 70^m de longueur et $27^m,30$ de largeur, dont le grand côté est orienté suivant la ligne méridienne. Vue du côté sud, sa façade présente une assez belle apparence. Ses murailles sont très épaisses, et l'élévation des terrasses est de 17^m au-dessus du niveau de la cour intérieure. Ce sont exclusivement les terrasses qui constituent l'Observatoire proprement dit, et sur lesquelles sont établies les constructions destinées à abriter les instruments, dont voici l'énumération :

Instruments méridiens, zénithaux et autres, petit équatorial, chercheur de comètes, lunette du premier vertical, instrument azimutal; appareil spécial à l'aide duquel, tous les jours à midi moyen, on donne un signal de temps, à la rade et au port de Rio-de-Janeiro; coupole de 6^m de diamètre donnant asile à un grand équatorial; deux piliers portant des instruments des passages, sur le côté ouest de la grande terrasse est un autre équatorial de $0^m,16$ d'ouverture, couvert par une maison mobile glissant sur rails. Sur la terrasse du nord-ouest sont installés les instruments des variations magnétiques. Ils sont sous des constructions en bois, clouées et vissées en cuivre.

Dans la cour intérieure de l'Observatoire, se trouve un pluviomètre; un autre est placé sur la terrasse. Dans cette cour est installée, en outre, une puissante batterie thermo-électrique de 3000 éléments du système Clamond. On la chauffe au charbon, et elle fournit en peu de temps un courant capable de produire une belle lumière électrique.

Dans les salles intérieures de l'Observatoire se trouvent des ateliers de construction, des cabinets de photographie, une chambre d'optique, une salle pour le dépôt des chronomètres, et des instruments portatifs. Dans d'autres pièces, on voit à l'étude une grande lunette de $0^m,38$ d'ouverture, et un grand équatorial à miroir, avec mouvement d'horlogerie très parfait. Il est destiné à renvoyer dans une direction fixe et parallèle à l'axe du pôle les rayons d'un astre quelconque, quelle que soit sa position sur le ciel. Un grand télescope immobile, placé devant le faisceau fixe des rayons, forme alors une image en une position constante, ce qui permet beaucoup d'observations physiques d'un genre particulier. J'ai donné à cet instrument le nom de *cœlostat,* parce qu'il peut rendre fixe, dans le champ du télescope, l'image d'un point quelconque du ciel, et non pas seulement l'image du Soleil ou des astres situés dans la zone tropicale, comme le font les héliostats.

A l'entrée de la salle centrale, est installé un météorographe pour enregistrer automatiquement les observations météorologiques obtenues sur la partie sud de l'édifice. Une collection d'instruments météorologiques se trouve montée là, abrités contre les rayons solaires par un double toit avec courant d'air circulant dans l'espace qui sépare les deux lames. Au-dessus de cette salle, se trouve une girouette et un appareil pour l'électricité atmosphérique, appareil dont les indications vont s'inscrire sur le météorographe.

On voit, par cette énumération rapide, que l'observatoire de Rio-de-Janeiro peut être placé parmi les établissements de premier rang du monde civilisé. Il est pourvu, sous un ciel admirable, d'un outillage complet qui s'améliore sans cesse, et d'un personnel laborieux dont les travaux ont plus d'une fois montré qu'il savait se maintenir à la hauteur de sa mission.

M. Cruls, savant belge des plus distingués, a remplacé depuis deux ans M. E. Liais comme directeur de cet observatoire.

Météore observé à Saïgon, dans la soirée du 22 août;

Par M. RÉVEILLÈRE.

Le 22 août, à Saïgon, vers $8^h 15^m$ du soir, j'étais en compagnie de M. le lieutenant de vaisseau Guiberteau, et je faisais face au sud, lorsque j'aperçus, à peu près dans la direction de la Croix, voilée par les cirrus, un magnifique astre rouge; il était plus gros que Vénus, d'un rouge intense, et nous observâmes bientôt qu'il était animé d'un mouvement notable. Faute d'instruments, voici ce que nous avons pu constater :

Le météore fut aperçu subitement vers le sud; il disparut environ dans le sud-est $\frac{1}{4}$ est. La hauteur au-dessus de l'horizon était de 15° à 20°. Il suivit dans sa marche une ligne très sensiblement horizontale, avec une vitesse assez semblable à celle d'un nuage poussé par un vent modéré. Il mit environ sept à huit minutes à parcourir un arc de 50° à 60°, et disparut éclipsé par un nuage d'une opacité médiocre.

Il m'a semblé que les petits nuages blancs lui faisaient perdre de son intensité, et que cette intensité variait avec l'épaisseur du nuage. M. Guiberteau pense, au contraire, que le météore décrivait sa trajectoire au-dessous des cirrhus.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

BULLETINS HEBDOMADAIRES N°s 292 ET 293.

du 1er et du 7 novembre 1885.

Projet de fusion de l'Association française pour l'avancement des Sciences avec l'Association scientifique de France.

Les membres de l'Association scientifique ont été tenus au courant des pourparlers qui ont eu lieu, en vue d'amener la fusion de l'Association française pour l'avancement des Sciences avec notre Société. Le *Bulletin* du 3 août 1884 leur a fait connaître les conventions proposées par une commission mixte composée, pour notre Association, de MM. H. Milne Edwards, Duruy, Tresca et Sanson et, pour l'Association française, de MM. Bouquet de la Grye, Friedel et Gariel. Ces propositions de la Commission, tendant à augmenter la force et l'utilité des deux Sociétés, ont été examinées et approuvées par leurs conseils administratifs, et l'Association française, lors de son assemblée générale, tenue à Grenoble au mois d'août dernier, les a votées à l'unanimité.

Elles doivent maintenant être ratifiées par l'Association scientifique de France, et votre Conseil a décidé que le vote aurait lieu le 14 novembre en assemblée générale.

Si le vote de l'Association scientifique est conforme à celui de l'Association française, cette affaire sera soumise, immédiatement après, au Conseil d'État, afin que rien ne retarde davantage la constitution de la société nouvelle.

Les conventions arrêtées d'un commun accord peuvent, dans leurs traits essentiels, se résumer de la manière suivante :

1° Les titres des deux Associations seront réunis dans celui de la nouvelle Association.

2° Les membres inscrits dans les listes de l'Association scientifique et de l'Association française à la date de la fusion font de droit partie de la nouvelle Association.

3° Les membres de l'Association scientifique de France qui, à la date de la fusion, n'appartiennent pas à l'Association française et qui voudraient continuer à faire partie de la nouvelle société, *verseront seulement une cotisation égale à celle pour laquelle ils étaient inscrits à l'Association scientifique.* Rien ne sera donc changé quant à la cotisation des membres actuellement existants.

4° Lors de la fusion, le Conseil d'administration se formera par la réunion des Conseils des deux Sociétés (nous ferons remarquer que, sur la proposition de notre regretté président M. H.-Milne Edwards, le mode d'élection du président sera celui adopté par l'Association française et ayant pour effet le changement nécessaire de titulaire chaque année).

5° Les conférences de la Sorbonne continueront comme par le passé pendant l'hiver; elles seront organisées par une Commission permanente composée du Bureau et de huit membres élus par le Conseil.

6° Chaque année l'Association tiendra dans l'une des villes de France sa session générale, dont la durée sera de huit jours.

7° Les membres de l'Association recevront les publications de la Société réunies en un volume, ou sur leur demande en fascicules expédiés semi-mensuellement.

Les membres de l'Association scientifique qui seront d'avis d'adopter la fusion n'auront qu'à déposer ou à renvoyer tel quel le bulletin de vote qui leur est adressé; ceux qui seront d'avis contraire le modifieront en se conformant aux indications qu'il porte.

Conférence sur la prévision du temps,

Par M. MASCART,
Membre de l'Institut.

M. Mascart, Membre de l'Institut, Directeur du Bureau central météorologique, a fait, le 23 mai dernier, *à la Société de secours des amis des Sciences* (1), dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, une Conférence sur la prévision du temps. Nous sommes heureux de pouvoir reproduire cette Conférence *in extenso* dans le *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique.*

Dans toutes les civilisations, il y a eu, sous des noms divers : oracles, augures, devins, magiciens, sorciers,..., des person-

(1) Le *Compte rendu* complet du vingt-cinquième exercice se vend au profit de cette Société chez MM. Hachette et Cie, 79, boulevard Saint-Germain, à Paris.

nages chargés de dévoiler l'avenir. Chez les peuples navigateurs et dans les pays où l'état du ciel est parfois une question d'existence, la prévision du temps rentrait naturellement dans les attributions des oracles. On peut même croire qu'ils s'acquittaient de leur mission avec habileté, si l'on en juge par la faveur publique, mais ils exposaient quelquefois leur tête par un avis imprudent ou une prédiction sans succès.

C'est ainsi encore que les choses se passent dans le Kanyényé, à mi-chemin de Zanzibar au lac Tanganika.

« En regagnant le bivouac, dit Cameron, je passai dans un endroit où l'on va faire des incantations pour obtenir de la pluie dans les années trop sèches. Un tas de cendres et un poteau carbonisé marquaient la place où un malheureux avait payé de sa vie son impuissance à faire pleuvoir. »

Cette science augurale n'était pas entièrement imaginaire; elle était, pour une grande part, fondée sur les résultats d'une longue expérience et les bergers sont encore aujourd'hui de véritables augures du temps.

Les habitants des campagnes, si peu curieux en général des choses qui ne leur semblent pas d'une utilité immédiate, ont au contraire un esprit d'observation très exercé en ce qui concerne le temps. Par l'aspect du ciel, la forme des nuages, les apparences du Soleil levant ou couchant, les remarques antérieures sur la marche des saisons et sur les périodes critiques de l'année, par les allures de certains animaux, ils cherchent à deviner, souvent avec succès, le temps du lendemain et des jours qui suivent ou même le caractère de la saison prochaine.

Cette expérience s'est traduite en proverbes dans lesquels il y a une grande part de vérité, mais aussi beaucoup à laisser. Il existe à ma connaissance, en dehors de saint Médard, au moins quatre saints qui, dans les mois de mai et de juin, annoncent de trente à quarante jours de pluie lorsqu'il pleut le jour de leur fête. On doit en conclure simplement qu'il s'agit d'une époque de l'année où les longues pluies sont désastreuses pour les fruits de la terre.

La connaissance du temps probable pour le lendemain, qui est presque une simple curiosité pour les gens du monde, présente un intérêt de premier ordre pour les cultivateurs, les industries qui vivent en plein air, et surtout pour les marins de nos côtes, dont l'existence est exposée à tous les dangers d'un coup de vent imprévu.

Si je remontais, comme l'Intimé, jusqu'à la création du monde pour faire l'histoire de cette Science, vous ne manqueriez pas de m'inviter à passer au déluge, et avec raison, car c'est bien le premier exemple d'une prédiction du temps pleinement justifiée; Joseph, expliquant le songe de Pharaon sur les vaches grasses et les vaches maigres, était aussi un

grand météorologiste. Une revue des croyances des différents peuples à ce sujet, des pratiques relatives à la magie et à l'astrologie ne manquerait pas de fournir des documents curieux pour le développement de la civilisation. Mais aucun progrès réel n'était possible avant que les méthodes d'observation scientifique eussent été bien établies. La première tentative remonte à la fin du siècle dernier, et elle est due à l'un des hommes qui ont le plus illustré notre pays.

Frappé des résultats obtenus par les observations de Borda sur la relation qui existe entre les changements de temps et les variations de pression, Lavoisier eut le projet d'établir des instruments et surtout des baromètres comparables sur un grand nombre de points de la France, de l'Europe et même de l'univers. Plusieurs de ces instruments furent distribués en France, et il est probable que quelques châteaux de province en possèdent encore aujourd'hui.

« La prédiction des changements qui doivent arriver au temps, disait Lavoisier, est un art qui a ses prncipes et ses règles, qui exige une grande expérience et l'attention d'un physicien très exercé.

» Les données nécessaires pour cet art sont l'observation habituelle et journalière des variations de la hauteur du mercure dans le baromètre, la force et la direction des vents à différentes élévations, l'état hygrométrique de l'air. Avec toutes ces données, il est presque toujours possible de prévoir, un jour ou deux à l'avance, avec une très grande probabilité, le temps qu'il doit faire; on pense même qu'il ne serait pas impossible de publier tous les matins un journal de prédiction qui serait d'une grande utilité pour la société. »

La catastrophe, à jamais regrettable, qui termina la carrière du grand chimiste mit fin à cette entreprise, et la tourmente révolutionnaire n'était pas favorable à l'établissement d'une entente internationale. Cette citation de Lavoisier peut être considérée comme le programme parfait d'un service scientifique régulier, mais nous devons ajouter que, pour l'appliquer utilement, il est nécessaire que les observateurs aient entre eux des communications rapides, et la télégraphie électrique seule pouvait en fournir les moyens.

C'est encore un honneur pour notre pays que l'idée de Lavoisier ait été reprise d'abord en France, par un homme dont je n'ai pas à faire ici l'éloge scientifique, mais qui n'a pas montré, dans la création du service des avertissements du temps, moins d'énergie ni moins de pénétration que lorsqu'il s'agissait d'assigner la position d'un astre nouveau d'après les perturbations inexpliquées dans le système des planètes connues. A côté de Le Verrier, j'éprouve une satisfaction particulière à rappeler le nom du maréchal Vaillant, ancien Prési-

dent de la Société des Amis des Sciences et l'un de ses plus généreux bienfaiteurs, car je constate à son nom, dans le compte de la Société, une somme totale de 23000^{fr}.

Les circonstances ont fait du maréchal Vaillant le promoteur des entreprises de Le Verrier sur la prévision du temps, et il a employé toute son influence à en favoriser le développement. Cette institution n'a pas été créée sans difficultés. Le Verrier en a publié un récit très instructif, sous le titre d'*Historique des entreprises météorologiques de l'Observatoire de Paris,* que je vais mettre largement à profit.

« On a gardé le souvenir, dit Le Verrier, de l'ouragan qui, le 14 novembre 1854, assaillit les flottes alliées sur les côtes de la Crimée et amena la perte du vaisseau *le Henri IV*. Le même jour ou à un jour d'intervalle, selon les localités, des coups de vents éclataient dans l'ouest de l'Europe, sur l'Autriche et sur l'Algérie. Le phénomène semblait donc s'être étendu sur une immense surface. Cette circonstance remarquable attira l'attention de M. le maréchal Vaillant, Ministre de la Guerre, qui voulut bien nous inviter à entreprendre l'étude des conditions dans lesquelles s'était produit le phénomène. »

Une enquête auprès des astronomes et des météorologistes de toute l'Europe montra que la tempête s'était propagée de l'ouest à l'est, et mit hors de doute que la présence d'un télégraphe électrique entre Vienne et la Crimée aurait pu servir à prévenir nos armées et nos flottes. Sans se dissimuler les obstacles qu'il devait rencontrer, Le Verrier soumit à l'Empereur, le 16 février 1855, le projet d'un vaste réseau d'observations météorologiques destiné à avertir les marins de l'arrivée des tempêtes. Une première organisation fut établie avec le concours de l'Administration des télégraphes, et, dès le 19 du même mois, Le Verrier présentait à l'Académie des Cartes de l'état atmosphérique de la France, construites sur des renseignements télégraphiques.

Grâce au concours de la plupart des observateurs d'Europe, Le Verrier parvint rapidement à étendre les observations; il en publia les résultats dans un bulletin quotidien, qui parut régulièrement à partir du 1er janvier 1858.

On était donc prêt à utiliser ce vaste réseau météorologique pour suivre les tempêtes à la surface de l'Europe et prévenir les ports de l'approche du fléau. Des obstacles de toute nature sur lesquels il est inutile de revenir en firent ajourner la mise à exécution; Le Verrier n'était pas homme à se laisser décourager, mais il ne peut s'empêcher de constater ces résistances avec amertume : « Il y a des gens, dit-il, qui font et laissent faire; il y en a d'autres qui ne font pas, mais laissent faire; pire espèce, et malheureusement la plus nom-

breuse, ce sont ceux qui ne font pas et ne veulent pas qu'on fasse. »

Cependant un premier pas fut fait en 1860 : les différents ports de France recevaient communication journalière des phénomènes observés dans les autres ports dont ils avaient le plus d'intérêt à connaître le temps. Le Verrier n'abandonnait pas son programme, plus large, et tâchait d'y amener les savants étrangers par une correspondance active, particulièrement avec Sir G. Airy, directeur de l'observatoire de Greenwich, et le célèbre amiral Fitz-Roy.

Dans une lettre du 4 avril 1860 à M. Airy, il disait :

« Signaler un ouragan dès qu'il apparaîtra en un point de l'Europe, le suivre dans sa marche au moyen du télégraphe et informer en temps utile les côtes qu'il pourra visiter, tel devra être en effet le dernier résultat de l'organisation que nous poursuivons. Pour atteindre ce but, il sera nécessaire d'employer toute les ressources du réseau européen, et de faire converger les informations vers un centre principal, d'où l'on puisse avertir les points menacés par la progression de la tempête.

» Cette dernière partie de l'entreprise est aussi de beaucoup la plus délicate. Il faut éviter d'en compromettre le succès en voulant la produire avant le temps où son utilité universellement sentie en fera partout réclamer l'organisation. »

En gens pratiques, et sans attendre la solution de toutes les difficultés, nos voisins d'Outre-Manche se mirent à l'œuvre immédiatement. Au mois de février 1861, l'amiral Fitz-Roy inaugura en Angleterre un système de signaux de tempête dont les services constatés lui valurent rapidement une grande popularité.

Le Verrier était en droit de manifester quelque regret d'avoir été ainsi devancé dans l'application d'un programme auquel il avait, depuis cinq ans, consacré toute son énergie, et il aurait pu répéter la plainte fameuse de Virgile : *Sic vos non vobis*. Il se réjouit, au contraire, de l'appoint que les prévisions sur la Manche apportaient à son initiative hardie et continua d'en chercher l'extension en France, aussi bien dans l'intérêt des agriculteurs que dans l'intérêt de la marine. Des difficultés nouvelles, dont il était peut-être en partie responsable, survenaient à chaque instant. Il quitta, puis reprit la direction de l'Observatoire, et, malgré l'estime particulière que lui témoignait le premier Président de notre République, Le Verrier n'eut pas la satisfaction, avant de mourir, de voir accueillir en France sans restriction la grande idée scientifique dont il avait été le promoteur après Lavoisier. Vous me pardonnerez cette digression un peu longue; mais, ayant la lourde tâche de succéder à Le Verrier dans cette partie de

son œuvre, je devais lui rendre la justice qui lui est due : *cuique suum*.

Nous ne pouvons pas en quelques instants examiner toutes les circonstances qui servent de guide pour la prévision du temps et je dois me borner à signaler les caractères principaux. C'est une science et un art, comme l'a dit Lavoisier, parce que les données dont on dispose sont souvent incertaines, et il faut alors un sentiment particulier des phénomènes, une sorte de flair qui est le résultat d'une longue expérience.

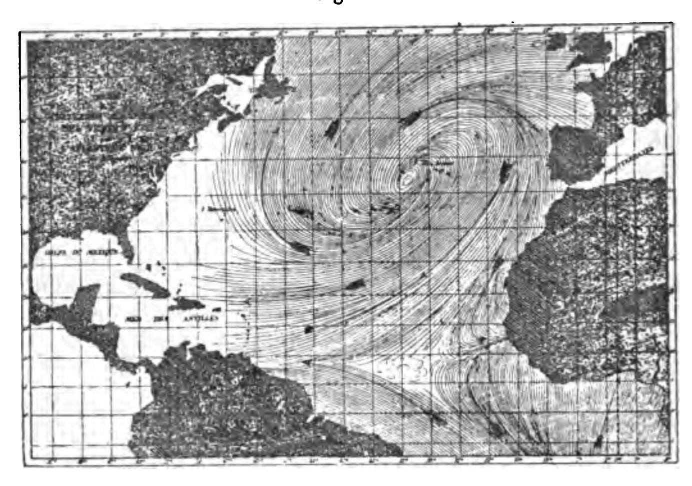
La circulation de l'atmosphère est dominée par une loi évidente. Les couches d'air situées dans les régions équatoriales s'échauffent, se chargent d'humidité au-dessus des océans et s'élèvent pour se déverser de part et d'autre vers les pôles; elles reviennent ensuite vers l'Équateur après qu'elles se sont refroidies et qu'elles ont perdu la plus grande partie de leur humidité. A cause de la distribution irrégulière des continents, de la rotation de la Terre et du changement des saisons, cette double circulation ne se fait pas dans un lit invariable. La direction du vent en un lieu n'est pas la même à différentes hauteurs et elle change d'un jour à l'autre; mais la moyenne d'un grand nombre d'observations peut donner une idée très approchée du mouvement général. Nous examinerons en particulier ce qui se passe sur l'Europe et sur l'Atlantique nord.

On sait qu'il existe dans cet océan un grand courant marin qui longe d'abord l'équateur de l'est à l'ouest, pénètre dans le golfe du Mexique, remonte le long des côtes de la Caroline et aborde ensuite les côtes ouest de l'Europe dont il adoucit le climat. Ce fleuve marin, appelé *gulf-stream*, constitue autour de la mer de Sargasses une sorte de grande circulation à laquelle la configuration des côtes donne une forme plus ou moins régulière.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les Cartes admirables de M. Brault, capitaine de frégate, relatives au régime moyen du vent dans l'Atlantique nord, pour constater que l'atmosphère est le siège d'une circulation analogue autour d'un centre situé dans la région des Açores. La *fig.* 1 en est un résumé tout à fait démonstratif. Les mêmes causes agissent en effet sur les deux éléments, l'eau et l'air, avec cette différence que, dans le second cas, on doit faire intervenir le mélange des couches situées à des niveaux différents et que les continents ne présentent plus un obstacle infranchissable. L'observation n'est possible que sur les couches inférieures, mais un examen plus attentif permet d'en conclure le mouvement des couches supérieures. On remarque en effet que la vitesse moyenne en un point n'est pas perpendiculaire au rayon qui le joint au

centre de rotation, mais oblique à cette direction dont elle s'écarte d'une manière sensible. Il y a donc au-dessus de la région des Açores une masse d'air qui descend des couches supérieures, pour se répandre ensuite en divergeant dans toutes les directions. L'existence de cette espèce de cheminée à régime renversé est confirmée par cette circonstance,


Fig. 1.



que la pression atmosphérique ou la hauteur du baromètre est toujours plus élevée dans le voisinage des Açores, et qu'à partir de là l'air s'écoule naturellement à la surface de la mer des points où la pression est plus grande vers les points où elle est plus faible.

Cet écoulement devrait se faire en ligne droite, et l'observation montre qu'il a lieu en tournant dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, ce que nous appellerons une *rotation droite*. En dehors de toute autre cause, la déviation graduelle du vent dans ce sens est une conséquence de la rotation de la Terre, sur laquelle je dois insister.

Supposons que deux voitures marchent parallèlement sur la même route et qu'un voyageur, situé sur la première, saute latéralement sur la seconde; il sera projeté en avant, c'est-à-dire dans le sens du mouvement, si la première voiture marchait plus vite que la seconde, en arrière si elle marchait moins vite. Le même effet se produit à la surface du globe. La Terre tourne autour de la ligne des pôles de l'ouest à l'est; comme chaque point de la surface doit décrire en un jour le parallèle correspondant, sa vitesse absolue est d'autant plus grande qu'il est plus rapproché de l'Équateur. Un corps qui marche du sud au nord dans notre hémisphère, par

exemple un courant d'air ou un cours d'eau, abandonne constamment des parallèles à vitesse plus grande pour aboutir à d'autres parallèles à vitesse plus faible; par suite, il est projeté dans le sens du mouvement, c'est-à-dire vers l'est ou vers sa droite. Inversement, si le même courant marche du nord au sud, il est projeté en arrière du mouvement dû à la rotation, c'est-à-dire vers l'ouest, ce qui est encore vers sa droite. Une analyse plus délicate du phénomène mécanique montre que le même effet de déviation vers la droite doit se manifester quand un mobile se déplace à la surface de l'hémisphère nord dans une direction quelconque.

Tous les fleuves appuient sur leur rive droite, et cette cause, si faible qu'elle soit, ne manque pas, dans la suite des siècles, de produire des effets importants pour l'érosion des roches. L'inverse aurait lieu sur l'hémisphère sud, mais nous en ferons abstraction pour ne pas compliquer les idées.

Si nous revenons au phénomène de l'écoulement de l'air à partir des Açores, nous voyons donc que le vent qui émane de ce point en divergeant doit tourner constamment vers sa droite et reproduire la circulation générale qui résulte des observations.

Les côtes ouest de l'Europe, et la France en particulier, se trouvent dans la partie de cette circulation où la direction moyenne du vent est dirigée de l'ouest ou du sud-ouest vers l'est.

Ce fleuve aérien du sud-ouest est la fortune de notre pays; il entraîne des masses d'air chaudes et humides qui se refroidissent peu à peu et nous apportent les nuages et les pluies, avec une température relativement élevée. Il est clair cependant que son lit n'est pas invariable. Le centre des hautes pressions, que nous avons fixé provisoirement aux Açores, se déplace dans le cours de l'année; il descend du côté de l'Équateur pendant l'hiver, remonte vers le nord pendant l'été et peut éprouver en outre des variations accidentelles, de sorte que le régime général sous lequel nous vivons a lui-même une oscillation régulière et des changements passagers qui modifient le caractère des saisons.

Toutefois les phénomènes ne sont pas aussi simples, et, pour avoir une idée du mouvement général, il est nécessaire de faire la moyenne d'un très grand nombre d'observations (les Cartes de M. Brault correspondent à plusieurs centaines de mille), afin d'éliminer tous les faits accidentels.

Quand on compare les observations faites au même instant sur une grande étendue de pays, telle que l'Europe, les phénomènes sont tout différents. Si l'on réunit par une courbe continue tous les points pour lesquels la hauteur du baromètre a la même valeur, et qu'on fasse la même construc-

tion pour des hauteurs différentes, de 5^{mm} en 5^{mm} par exemple, on constate que ces différentes *isobares* sont distribuées plus ou moins régulièrement et forment des courbes à peu près concentriques, comme on le voit, par exemple, dans la Carte du 14 novembre 1878 (*fig.* 5). A partir du centre commun, la pression va en croissant dans tous les sens. Si l'on marque la direction et la force du vent en chaque point, on constate aussi que sa direction n'est pas tangente aux isobares, mais qu'elle est inclinée vers le centre; d'où la règle bien connue des marins, que, si l'on fait face au vent, le centre du cyclone est à droite et en arrière. En outre, la force du vent est en général d'autant plus grande que les isobares sont plus rapprochées, c'est-à-dire que la pente atmosphérique, que l'on peut comparer à celle d'un terrain, est elle-même plus inclinée. Il y a là un mouvement tournant analogue à celui des Açores, avec cette différence qu'il a lieu en sens contraire de celui des aiguilles d'une montre : il est à gauche.

Ces mouvements tournants, qu'on a appelés *bourrasques, cyclones, tornados, typhons, trombes,* etc., suivant leur amplitude et l'énergie de leurs effets, accompagnent toujours les grandes perturbations atmosphériques. Tantôt ils naissent, pour ainsi dire, sur place et s'y éteignent; le plus souvent ils sont transportés dans les grands courants aériens, comme les tourbillons liquides qui se produisent derrière les piles des ponts sont transportés à quelque distance par les cours d'eau.

La marche des cyclones est l'un des éléments les plus importants pour la prévision du temps.

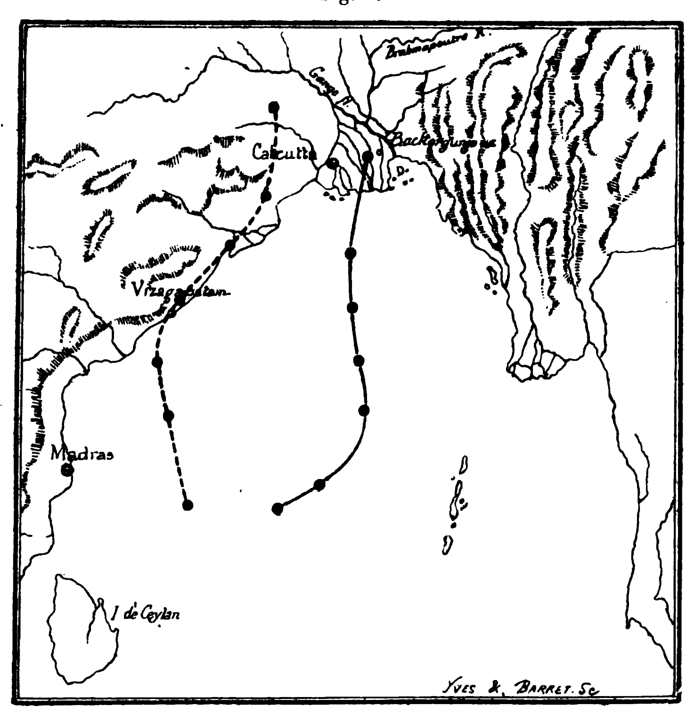
Lorsqu'il se manifeste ainsi un centre de dépression, par une cause quelconque, il est évident que l'air des régions voisines doit s'y précipiter pour combler le vide. En vertu de la tendance générale à laquelle obéissent les mobiles qui se meuvent à la surface de notre hémisphère, les courants d'air, qui sont appelés de tous côtés vers le centre de dépression, dévient vers la droite et produisent naturellement un mouvement de rotation gauche. Comme conséquence nécessaire, il se produit au centre de dépression une colonne d'air ascendante dont les effets d'aspiration peuvent être terribles. La poussière monte en tourbillons, les toits des habitations se détachent, la mer se soulève, et quelquefois des habitants ont été emportés dans l'air pour retomber à une grande distance.

L'origine et les caractères des cyclones ont été l'objet de discussions nombreuses; je voudrais citer quelques exemples bien étudiés qui vous permettront, je l'espère, de vous former une opinion personnelle.

On connaît en particulier l'histoire détaillée de deux cyclones remarquables qui ont été désastreux en 1876 pour

les côtes de l'Inde. L'un d'eux a amené des pluies torrentielles à Vizagapatam, l'autre une inondation effroyable à Backergunje, à l'embouchure principale du Gange et du Brahmapoutre. Le développement des deux cyclones présente les mêmes caractères, et je les indiquerai en suivant aussi exactement que possible la description qui en a été donnée par

Fig. 2.



M. Eliot, directeur du service météorologique du gouvernement du Bengale.

Après quelques jours d'un temps calme, où la température était très élevée, la pression à peu près uniforme, le vent faible et de directions variables, il se dessina peu à peu un mouvement tournant de l'air qui occupait la plus grande partie de la mer du Bengale et dont le centre était au nord-est de Ceylan.

L'air chaud saturé d'humidité s'élève naturellement, se refroidit en s'élevant et donne bientôt des pluies abondantes. Le vent monte alors et l'on peut attribuer cet accroissement d'intensité, d'un côté à la diminution de pression que produit la condensation d'une partie de la vapeur contenue dans l'air, de l'autre à la quantité énorme de chaleur latente mise en

liberté par cette condensation et qui se traduit en force vive communiquée aux masses d'air. Le vent et la pluie augmentent en même temps et il se forme un cyclone à rotation gauche. Ces deux cyclones se sont propagés vers le nord. Le premier dont on a tracé la marche en traits pointillés sur la *fig.* 2, du 6 au 10 octobre 1876, aborde la côte dans les environs de Vizagapatam, où la pluie atteint $0^m,36$ de hauteur en dix-huit heures, et $0^m,45$ pendant la durée de la tempête, c'est-à-dire presque autant qu'il en tombe à Paris dans une année. Là, le cyclone rencontre les monts Ghâts, dont la hauteur n'est pas très grande; il s'infléchit presque à angle droit, longe la côte, passe à l'ouest de Calcutta et remonte la vallée basse du Gange, où il se comble rapidement.

Le second cyclone, dont la route, du 27 octobre au 2 novembre de la même année, est figurée par un trait continu, marche plus directement au nord, vers les bouches du Gange; il soulève la mer sur son passage, fait refluer l'eau des fleuves, inonde les îles situées dans le delta et les côtes voisines. Sur les îles Manpoura et Rabunbad, l'inondation s'élève à 13^m et l'on n'évalue pas le nombre des victimes à moins de 215000, sur une population de 1062000 habitants. Arrivé là, le cyclone rencontre les monts Tipperah, dont les sommets ne s'élèvent pas à plus de 1000^m, et, ne pouvant franchir cet obstacle, il s'arrête et s'éteint sur place.

Ces deux exemples paraissent bien démontrer que le cyclone s'est formé dans les couches moyennes et assez basses de l'atmosphère, sous des influences dont il est facile de concevoir le caractère général, et qu'il s'est propagé dans les mêmes couches, puisque des obstacles de faible hauteur ont pu le faire dévier de sa route ou même l'arrêter complètement. On en trouve une autre confirmation dans cette circonstance, que les stations élevées de Ceylan n'ont constaté ni une baisse barométrique sensible, ni un vent notable, établissant une relation quelconque entre l'état des couches supérieures et la tempête qui sévissait plus bas.

Ce n'est pas là un fait isolé. Le *Signal Office* des États-Unis a établi une station permanente sur le Pikes Peak, à la hauteur de 4300^m. Or plusieurs années d'observations, discutées par M. Loomis, ont montré non seulement que les cyclones franchissent rarement la chaîne des montagnes Rocheuses, mais qu'il n'existe aucune relation entre le mouvement du baromètre sur le Pikes Peak et les cyclones qui passent pour ainsi dire sous ses yeux à Denver, à 1° environ vers le nord, dans le bassin du Missouri. De même, en France, les cyclones se font sentir à l'observatoire du Puy-de-Dôme, qui est à 1460^m, tandis que leur action est beaucoup moins sensible sur le sommet du pic du Midi, à l'altitude de 2860^m.

Nous n'avons pas en Europe de régions aussi favorables à la formation des cyclones que la mer du Bengale; cependant le golfe de Gênes, où la configuration des golfes et le relief du sol maintiennent une température relativement élevée et un air riche en vapeur d'eau, présente des caractères analogues. Le baromètre y est généralement plus bas que sur les régions voisines, et le mistral, qui est le fléau de la vallée du Rhône, a généralement pour cause la formation d'un cyclone sur le golfe de Gênes.

Revenant à nos régions, nous remarquerons d'abord que les cyclones suivent à peu près le courant général de l'atmosphère, c'est-à-dire du sud-ouest au nord-est, et, en raison du sens de cette propagation, leurs effets sont très différents sur les régions qui les entourent. Sur le bord inférieur sud, la force du vent est due à la somme de deux vitesses de rotation et de transport : c'est le bord dangereux. Du côté nord on n'a que la différence des deux vitesses : c'est le bord maniable. Quant à la distribution des pluies autour du cyclone, on peut la prévoir par cette circonstance, que la pluie se produit surtout quand un vent chaud et humide marche vers des régions où la température est plus basse. On aura donc de la pluie en avant du cyclone et sur le bord dangereux où le vent vient des régions sud, plutôt qu'en arrière et sur le bord maniable où le vent vient du nord et de l'est. Ce sont là au moins les grands traits du phénomène.

Comme les cyclones nous viennent presque toujours de l'Océan, il est nécessaire, une fois que l'on en a constaté l'existence ou les indices, de prévoir la direction qu'il doit prendre. Il y faut une grande attention, beaucoup d'expérience; je suis très heureux de pouvoir ici rendre justice au dévouement et à l'habileté avec lesquels M. Fron s'acquitte de cette mission délicate depuis nombre d'années. Le problème serait très simple si leur route était toujours la même; mais il s'y manifeste beaucoup de caprices et je ne puis indiquer que les principales règles prises dans le cyclone lui-même, en dehors de l'état général de l'atmosphère, qui doit toujours être mis en ligne de compte.

On ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité en considérant le cyclone comme un mobile qui se propage sur un terrain accidenté et choisit la route qui présente le moins d'obstacles; il ne pourra franchir ni les pentes rapides ni les vents violents. Le cyclone tend à marcher vers les régions où le vent est faible, où la pression varie lentement, où la pluie tombe avec abondance, où la baisse du baromètre commence à se manifester, où l'état hygrométrique est plus élevé, etc., et la probabilité est d'autant plus grande que ces caractères concordent mieux.

Je me bornerai à quelques cas particuliers, et ceux d'entre

vous qui s'y intéressent pourront contrôler la marche de notre service, soit par les Cartes du Bulletin quotidien que publie le Bureau central météorologique, soit même par les petites Cartes que publie le journal *le Temps*.

On a représenté sur la *fig.* 3, par une ligne de croix, l'une



Fig. 3.

des routes les plus habituelles des bourrasques. A_1, A_2 et A_3 sont les positions des centres de la dépression pour les trois jours précédents; A_4 est la position actuelle le 12 octobre 1878. avec l'état du ciel à ce moment : la pluie est indiquée par des points noirs, le ciel est couvert par un rond à bord épais, le beau temps par un rond à bord mince, la direction du vent par les flèches, et son intensité par le nombre des pennes; A_5 est la position du centre de dépression le lendemain. Ce sont des tempêtes dont nous *n'éprouvons que les effets éloignés*.

Le 12 novembre 1878 (*fig.* 4), il existe un centre de dépres-

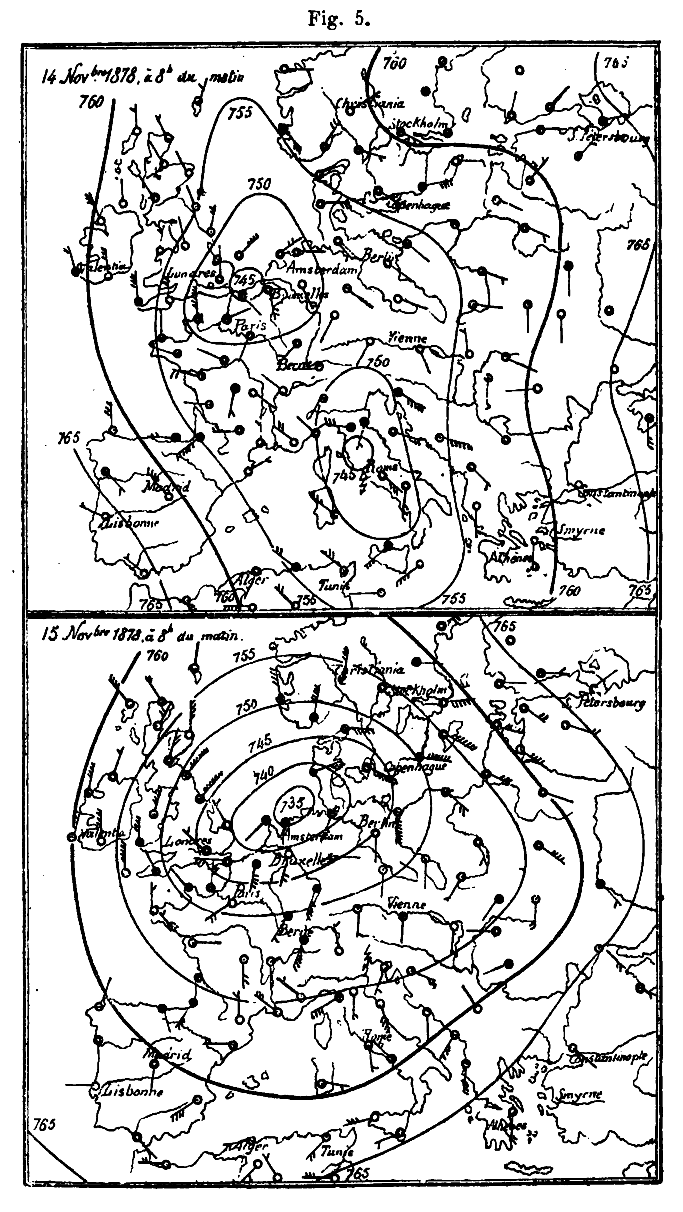
sion bien marqué sur la mer du Nord, mais avec des carac-


Fig. 4.

tères tout différents de ceux que l'on voit d'habitude. Le vent est fort à l'est et à l'ouest de la bourrasque. Au contraire, la pression varie lentement et le vent est faible au sud. En

outre, il se forme sur la pointe de Galles un petit mouvement

Fig. 5.

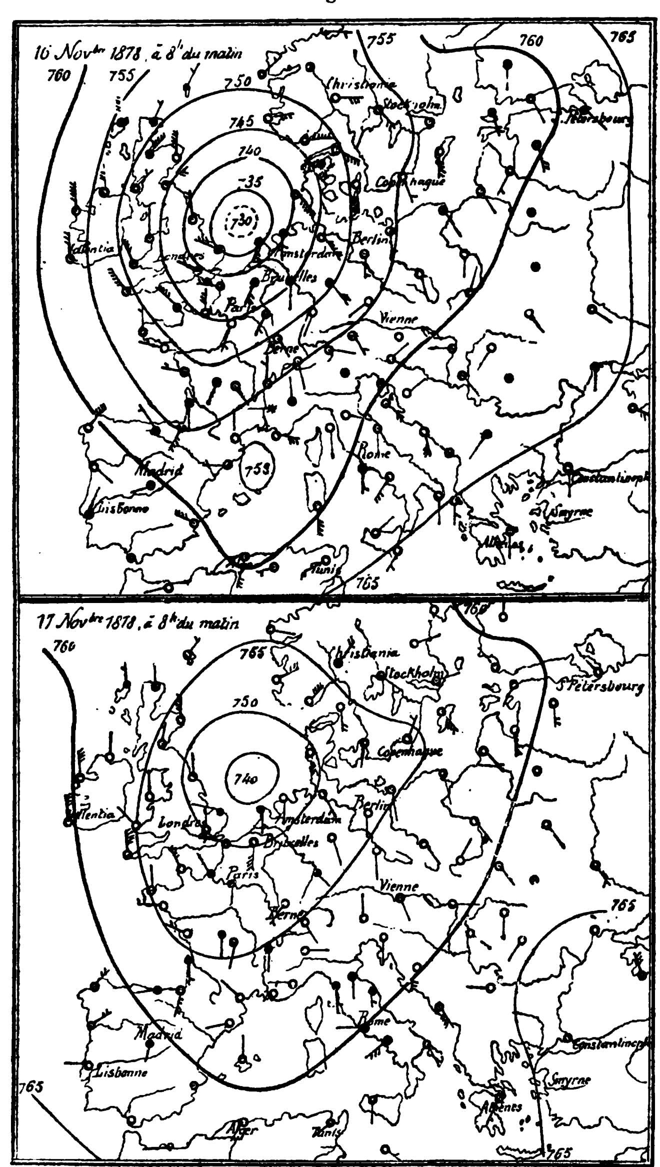


tournant. Tout semble donc indiquer que le cyclone principal marchera vers le sud pour se joindre au second.

Le lendemain, nous retrouvons, en effet, un cyclone de

forme allongée, dont le centre est au Havre, et qui paraît en-

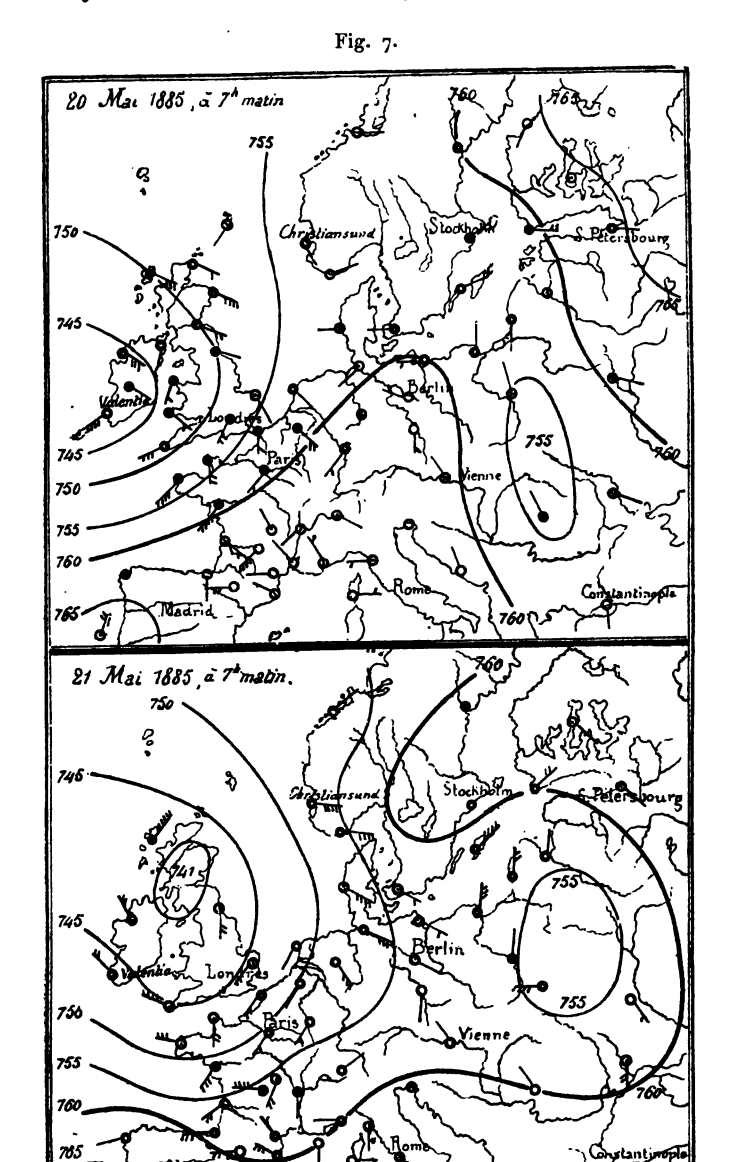
Fig. 6.



core devoir se propager vers le nord-est; deux autres centres de rotation se manifestent, l'un près de Christiania, l'autre en Bosnie.

Le cyclone se trouve ensuite (*fig.* 5) à Dunkerque avec une

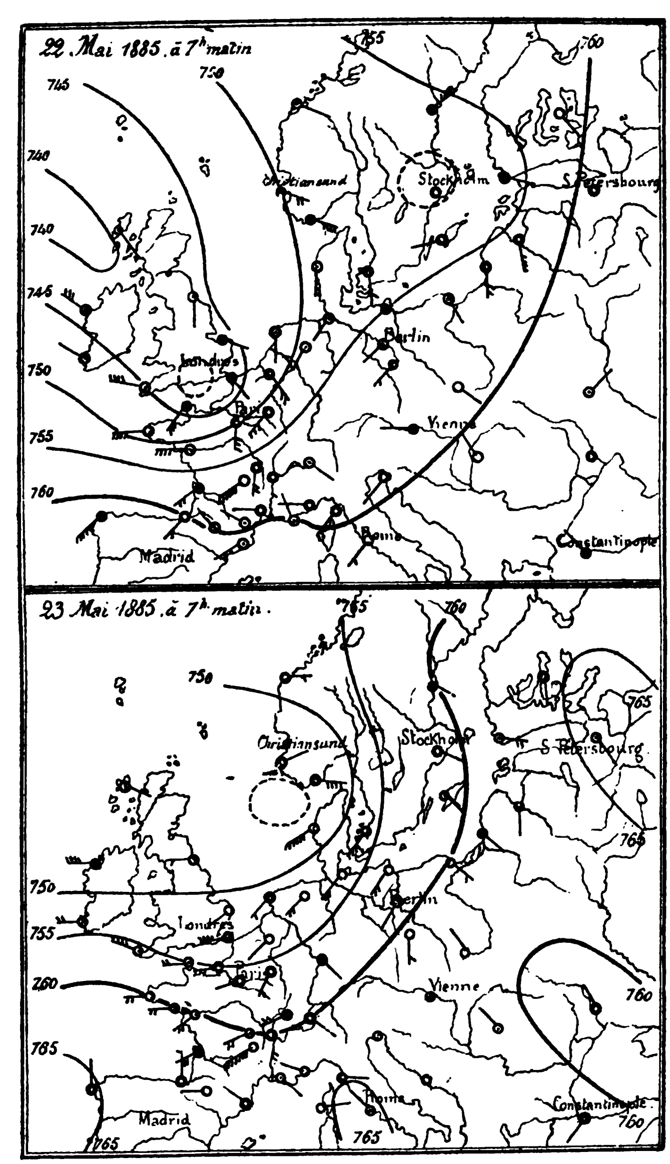
Fig. 7.



seconde dépression près de Livourne. Le 15 novembre, le phénomène offre une régularité remarquable, avec cette circonstance tout à fait exceptionnelle que les vents les plus faibles

sont à l'arrière du cyclone; il doit donc reculer, si nos règles

Fig. 8.



sont exactes. Il vient en effet (*fig.* 6) au large des Pays-Bas et présente alors une telle symétrie qu'on ne prévoit pas où il peut se diriger, à moins qu'il ne remonte un peu vers le nord.

Il s'épuise en effet sur place le 17 novembre; la pression remonte de 730^{mm} à 745^{mm} et le trouble a disparu le lendemain.

Je vous laisse le soin d'interpréter les Cartes suivantes (*fig.* 7 et 8), qui représentent la tempête dont nous subissons encore l'influence, à la suite de beaucoup d'autres, et qui est en train de disparaître. Toutefois la Carte de ce matin et celle de 2^h ne me permettent pas de vous donner pour demain d'autre conseil que de prendre votre parapluie.

Vous jugerez, sans doute, que cette prévision au jour le jour est bien pénible et bien insuffisante, quand on songe surtout que les mésaventures nous viennent de la pleine mer et qu'il faut les deviner par leurs indices lointains. Il faudrait, à 200 lieues de nos côtes, une vigie qui signalerait par dépêche tous les phénomènes observés en plein océan. Il n'y a pas d'îles malheureusement et les tentatives qui ont été faites par le *Meteorological Office*, de Londres, pour installer une station flottante reliée à la côte par un câble, ont donné beaucoup de mécomptes.

Les météorologistes ont exprimé depuis longtemps le vœu que l'Islande et les Açores fussent reliées au continent par des câbles. Les nouvelles des Açores, en particulier, seraient très importantes, parce qu'elles feraient connaître la position de ce maximum de pressions dont j'ai parlé au début et qui paraît être la clef des mouvements qui arrivent en Europe.

On a cru quelquefois que les cyclones nous venaient tout formés d'Amérique, et qu'une communication régulière avec New-York permettrait d'établir une comptabilité régulière des départs et des arrivées. Il n'en est rien malheureusement, la distance est trop grande. Les cyclones qui quittent l'Amérique du Nord vont, les uns dans la mer de Davis, les autres au nord ou au sud de l'Islande; une très minime partie affecte nos côtes.

Depuis quelques mois nous avons pu, grâce à une entente avec le service anglais et au concours de M. le général Hazen, directeur du *Signal Office* des États-Unis, obtenir communication régulière des coups de vent rencontrés par les navires qui vont d'Europe à New-York, moins de trois jours avant leur arrivée, et des glaces flottantes qu'ils ont aperçues.

L'expérience indiquera quels sont les avantages qu'on peut tirer de pareilles indications. Dans tous les cas, les renseignements sur la situation des glaces flottantes peuvent être très utiles aux populations maritimes qui se livrent à la grande pêche; ils permettront au besoin d'avancer ou de retarder le départ des navires. En outre, la latitude à laquelle se montrent les glaces peut indiquer un envahissement plus ou moins grand des froids polaires dont nous ressentirions le

contre-coup, et il n'est pas téméraire d'espérer qu'on en pourra déduire le caractère probable des saisons.

Après avoir été en France les promoteurs de ce service d'avertissements, avons-nous conservé au moins la meilleure organisation à ce point de vue? Il n'en est rien malheureusement. Les États-Unis d'Amérique, venus beaucoup plus tard, nous donnent aujourd'hui le modèle de ce qu'il y aurait à faire. La situation géographique et l'étendue de leur pays s'y prêtent admirablement et ils n'ont rien négligé pour obtenir tous les résultats que comporte l'état de la Science. Trois fois par jour, à intervalles réguliers, on reçoit à New-York, en moins d'une heure, les observations faites dans toutes les stations; aussitôt que la Carte est construite, des avertissements sont expédiés avec la même vitesse sur tous les points du territoire et distribués aux autorités. Il est vrai qu'on utilise l'armée et qu'on dispose pour cet objet d'un budget annuel voisin de 2000000 de francs. J'aurais scrupule de vous citer en comparaison le budget dont nous pouvons disposer; sans avoir une ambition pareille, il serait très utile de pouvoir multiplier nos communications journalières. Je ne crois pas exagérer en disant que la réussite de nos avertissements est d'environ 90 pour 100; mais il y a encore mieux à faire, et c'est une question de ressources pécuniaires. Nous vivons sous un régime d'opinion publique; c'est donc à elle qu'il faut avoir recours pour obtenir l'amélioration d'un service qui touche à tant d'intérêts.

La population de la France.

Le Ministère du Commerce vient de publier les statistiques qui concernent le mouvement de la population en France pendant l'année 1884. La comparaison de ces statistiques avec celles qui se rapportent à l'année 1883 accuse quelques différences sensibles, dont les plus importantes sont l'augmentation du nombre des décès, l'accroissement des naissances illégitimes, la diminution des naissances légitimes, enfin la progression du nombre des mariages.

Etudions tout d'abord les décès. En 1883, le total des décès avait atteint 841101; en 1884, il a été de 858784. Cette augmentation, comme on pourrait le croire, n'est pas entièrement imputable à l'épidémie cholérique qui a sévi si longtemps dans le midi de la France. Si l'on compare, en effet, les décès de ces deux années département par département, on voit que les cas sont naturellement en progression dans les régions où le choléra a fait son apparition; mais on remarque, en outre, que, dans la région de l'Ouest, il est un certain nombre de départements où les décès se sont notablement

accrus. Ainsi les cinq départements de la Bretagne ont perdu, en 1884, 75791 personnes contre 72120 en 1883. Les trois départements voisins de la Vendée, de Maine-et-Loire et de la Mayenne ont vu l'ensemble de leurs décès passer de 24122 à 26864.

La publication du Ministère du Commerce contient exclusivement les relevés statistiques des actes de l'état civil pour chaque département. Il est regrettable que ce document ne soit accompagné d'aucun rapport, car l'augmentation sensible de la mortalité dans les départements de l'Ouest tient à des causes qu'il aurait été intéressant de connaître.

Il en est de même pour la mortalité des Bouches-du-Rhône et de l'Isère, départements où la population, sensiblement égale, atteint 580000 habitants. Or, le nombre des décès s'est élevé de 17155 à 19045 dans les Bouches-du-Rhône et de 10591 à 12594 dans l'Isère.

Ces chiffres accusent ainsi une progression de la mortalité de 11 pour 100 pour le premier de ces départements et de 19 pour 100 environ pour le second. Si l'on peut vraisemblablement attribuer au choléra l'augmentation des décès dans les Bouches-du-Rhône, en est-il de même pour le département de l'Isère? Une différence de un cinquième dans la mortalité est assez importante pour qu'on puisse désirer en savoir la cause. La nature de chaque décès étant relevée par le médecin de l'état-civil, les rapports des préfets, qui doivent accompagner l'envoi des statistiques, pourraient signaler facilement les origines de variations aussi importantes. Les médecins, les démographes et les économistes sont également intéressés à les apprendre.

Ces éclaircissements seraient d'autant plus intéressants que dans le Var, où les cas de choléra ont été nombreux, le total des décès ne s'est accru, en somme, que de 8 pour 100. Il était de 7663 en 1883; il a été de 8222 en 1884.

Les autres départements de la région du Midi n'accusent, en outre, que de faibles différences. Il en est de même pour les départements les plus populeux. Le département de la Seine a eu 72542 décès en 1884, contre 72535 en 1883. La variation est nulle, pour ainsi dire. Le Nord a perdu 35563 personnes au lieu de 35083; le Rhône, 17186 contre 17381 en 1883; enfin, la Gironde, 16374 au lieu de 16256.

Le nombre total des naissances ne présente pas de grande différence : il avait atteint le chiffre de 937944 en 1883. Il a été de 937758 en 1884. Il importe de remarquer, malheureusement, que sans l'augmentation du nombre des naissances illégitimes, qui ont passé de 74213 à 75754, cette réduction aurait été plus forte. Les naissances légitimes ont, en effet, rétrogradé de 863731 à 862004.

Il y a là un point qui mérite d'être étudié, car il se présente depuis quelques années avec une certaine persistance. Voici, à ce propos, un Tableau qui groupe les chiffres concernant les naissances et les mariages depuis l'année 1873 :

	Naissances.			
Années.	légitimes.	illégitimes.	Total des enfants vivants.	Mariages.
1873.......	875764	70600	946364	321238
1874.......	885358	69294	954652	303113
1875.......	884099	66876	950975	300427
1876.......	899376	67306	966682	291393
1877.......	877722	66854	944576	278094
1878.......	869536	67781	937317	279580
1879.......	869564	66968	936529	282776
1880.......	851950	68227	920177	279046
1881.......	866978	70079	937057	282079
1882.......	864261	71305	935566	281060
1883.......	863731	74213	937944	284519
1884.......	862004	75754	937758	289555

Comme on peut le voir, les naissances illégitimes n'ont pas, pour ainsi dire, cessé de s'accroître, tandis que les naissances légitimes n'ont cessé de décroître. Faut-il conclure de ce fait à un affaiblissement de la moralité en France? Les réflexions que l'on est amené à faire tirent principalement leur force de la concordance des deux phénomènes. Cette concordance est indéniable. Mais s'ensuit-il que les phénomènes soient produits par les mêmes causes? Toute la question est là, et il est facile de la résoudre.

En jetant les yeux sur le Tableau que nous avons dressé, on remarque que les mariages qui ont eu lieu dans les années 1873 à 1875 ont été très nombreux. En effet, pour une population de 10000 habitants, ces chiffres représentent un nombre moyen de 85 mariages, alors que, dans les années qui ont précédé la guerre, la moyenne des mariages par 10000 habitants n'était que de 79. La conséquence naturelle de cet accroissement des mariages a été, pour la période qui va de 1873 à 1877, le chiffre relativement élevé du nombre des naissances.

De 1877 à 1880, le nombre des mariages a notablement diminué. Cela tient, on le sait, à ce que, dans cette période, le nombre des jeunes gens en âge de se marier avait été réduit, dans une certaine proportion, par les événements de 1870-71. La diminution des naissances légitimes, que l'on constate depuis 1881, tient donc, en grande partie, à cette réduction des mariages. La question de l'accroissement des naissances illégitimes n'est pas liée, on le voit, d'une manière aussi étroite qu'on pourrait le croire à la question de la diminution des naissances légitimes. Les variations du nombre des mariages, ainsi qu'on pouvait l'établir *a priori*, ont une influence beau-

coup plus immédiate sur les variations du nombre des naissances légitimes que les causes complexes parmi lesquelles on fait intervenir les causes morales. Aussi la progression sensible des mariages, qui, depuis deux ans, se sont accrus, en chiffres absolus, de plus de 8500, laisse-t-elle espérer pour l'avenir des résultats plus satisfaisants que ceux que l'on observe aujourd'hui.

Après avoir signalé le chiffre des mort-nés, chiffre qui, depuis longtemps, varie à peu près entre 40000 et 45000 cas, il nous reste à dire quelques mots de la question de l'accroissement de la population. Cet accroissement provient de deux sources distinctes : la première, dont nous n'avons pas à nous occuper aujourd'hui, résulte de l'excédent des immigrations sur les émigrations; la seconde provient de l'excédent des naissances sur les décès.

Ce dernier genre d'accroissement varie nécessairement d'après le nombre des naissances et d'après le nombre des décès. Il peut se faire que, dans une même année, les décès soient nombreux et les naissances restreintes; l'accroissement de la population est alors peu élevé. Le cas s'est présenté dans l'année 1880 : l'excédent des naissances sur les décès n'a été que de 61940. Par contre, le nombre des décès peut être relativement faible et le nombre des naissances être en même temps assez élevé. L'accroissement de la population est alors considérable. C'est ce qui a eu lieu en 1874. Cette année-là, le nombre des naissances a dépassé de 172947 le chiffre des décès.

On ne saurait, dans ces circonstances, étudier longuement les différences qui peuvent exister entre les résultats des diverses années. Aussi nous contenterons-nous de dresser le Tableau des excédents annuels de la population depuis 1873 :

Années.	Naissances.	Décès.	Excédents.	Population d'après les recensements.
1872.......	»	»	»	36102921
1873.......	946364	844588	101766	»
1874.......	954652	781506	172947	»
1875.......	950975	845062	105918	»
1876.......	966682	834074	132608	36905788
1877.......	944576	801956	142620	»
1878.......	937317	839170	98147	»
1879.......	936529	839882	96647	»
1880.......	920177	858237	61940	»
1881.......	937057	828828	108229	37672048
1882.......	935566	838539	97027	»
1883.......	937944	841101	96843	»
1884.......	937758	858784	78974	»

Une idée générale doit cependant se dégager de la comparaison de ces divers chiffres. Puisqu'on ne peut avoir d'influence

directe sur la natalité, il faudrait diminuer, dans la limite du possible, les effets de la mortalité. Tout le monde sait avec quelle louable énergie on s'est efforcé, depuis quelques années, de combattre la mortalité des enfants en bas âge. La loi Théophile Roussel a beaucoup fait dans ce sens et, d'autre part, les rapports annuels des préfectures et du Ministre de l'Intérieur témoignent assez des sacrifices de tous genres qui ont été consentis par les départements, les communes et les sociétés philanthropiques. Mais bien des réformes restent encore à faire pour diminuer la mortalité des adultes. C'est à l'hygiène publique d'abord, à l'économie domestique ensuite, qu'il faut s'adresser au plus tôt.

Le fléau qui vient, coup sur coup, de frapper deux grands centres du Midi indique qu'il est temps de faire pour l'homme ce qui a été fait pour l'enfant. L'hygiène publique et l'hygiène privée, malheureusement, donnent trop souvent prise au développement des épidémies. Ce ne sont pas les familles isolées qui en souffrent seulement : c'est la France tout entière qui en pâtit.

Histoire de la sténographie;

Par M. G. RENEL (1).

L'usage de la sténographie prend de jour en jour parmi nous une extension plus considérable : elle ne borne plus, comme autrefois, ses applications à la reproduction des conférences et des discours parlementaires ou judiciaires; entrée plus intimement dans nos mœurs, il n'est pas rare de la voir utilisée, tant en France qu'à l'étranger, dans les grandes maisons industrielles ou commerciales, dont le chef, en dépouillant son courrier, indique brièvement à un sténographe les réponses à faire, réponses qui sont ensuite traduites et développées par le service de la correspondance. Il y a donc quelque intérêt à faire connaître d'une manière succincte l'origine et les développements de cet art, et nous empruntons une partie des détails qui vont suivre à l'*Abrégé de l'histoire de la sténographie* que vient de publier un praticien distingué, M. Signoret, membre de l'*Association sténographique unitaire* (2).

Les travaux les plus récents démontrent que la sténographie a été inconnue à tous les peuples qui ont précédé les Romains : on en attribue l'invention à Tiron, affranchi de Cicéron, né à Arpinum en l'an 103 avant Jésus-Christ et mort à l'âge de quatre-vingt-dix-neuf ans. C'est en l'an 52 qu'il est fait men-

(1) Extrait du Journal *la Nature*.

(2) Paris, librairie Dubos, 130, boulevard Saint-Germain.

tion pour la première fois à Rome de praticiens sténographes : il s'agissait de la reproduction du fameux discours de Cicéron en faveur de Milon. Le grand orateur, qui, comme le prouve sa correspondance, vivait sur un pied de véritable intimité avec son affranchi, fut naturellement l'un des premiers à propager l'usage des *notes*, nom que l'on donnait alors aux signes sténographiques. Il l'employait même dans ses lettres, comme en témoigne le passage suivant d'une lettre adressée à Atticus : « Tu n'as pas bien compris ce que je t'ai écrit sur dix messages, sans doute parce que je m'étais servi de notes. »

Les *notes* dites *tironiennes*, du nom de leur inventeur, appartiennent au système de sténographie *syllabique*, c'est-à-dire fondé sur la représentation des syllabes à l'exclusion du système *phonétique* qui tient uniquement compte des sons et tend, par suite, à introduire une certaine confusion dans l'esprit, quand on entreprend de relire l'écriture sténographiée. Elles se complétaient par un certain nombre de *sigles* ou signes conventionnels représentant les mots les plus usuels. Perfectionnées par divers auteurs, elles ne tardèrent pas à être adoptées couramment pour la reproduction des discours et des débats des assemblées publiques et des tribunaux romains. Auguste en décréta l'enseignement et, peu de temps après, trois cents écoles en répandaient la connaissance dans tout l'empire. Les chrétiens les employèrent pour écrire les actes des martyrs et pour reproduire les ouvrages et les homélies des Pères de l'Église. L'usage des *notes* était même tellement familier aux chrétiens instruits que, à défaut de sténographes de profession, on pouvait trouver au besoin dans une assemblée des personnes capables de les remplacer. Saint Jean Chrysostome et saint Cyprien, évêque de Carthage, au IIIe siècle, étaient eux-mêmes d'habiles praticiens, et ce dernier porta à 13000 le nombre des signes enseignés chez les fidèles. L'usage des notes tironiennes s'est conservé jusqu'au Xe siècle, mais à mesure qu'on avance dans le moyen âge, et que les connaissances se perdent, la sténographie semble disparaître et ne se réveiller qu'en Angleterre, vers la fin du XVIIe siècle. On serait tenté de penser que le développement du régime représentatif a été la principale cause de ce mouvement ; mais, si l'on se rappelle les poursuites systématiques que les Chambres du Parlement exercèrent jusque vers le milieu du siècle suivant contre les journalistes qui reproduisaient leurs débats, il semble que c'est plutôt aux nécessités judiciaires et commerciales qu'il doit être attribué. Les reporters des grandes feuilles périodiques avaient, en effet, à peine accès dans la tribune des étrangers ; il leur était défendu, sous peine d'expulsion, de prendre aucune note pendant la discussion, et leur rôle se bornait à écouter les orateurs pour faire ensuite à domicile des

comptes rendus, dont les dimensions nous surprendraient aujourd'hui. Aussi le grand succès du *Morning Chronicle*, dont le premier numéro parut en 1769, était-il basé sur la prodigieuse mémoire de son unique reporter William Woodfall, surnommé *Memory Woodfall*, qui pendant vingt ans assista à toutes les séances sans quitter sa place, même au cours des plus longues, et courait ensuite au journal pour rédiger un volumineux compte rendu destiné à paraître dans le numéro du lendemain soir.

Quoi qu'il en soit, des efforts successifs et plus ou moins couronnés de succès avaient été faits par Shelton (1637), Mason (1672), Gurney (1757), Biron et Mavor, lorsque Samuel Taylor publia en 1776 sa méthode, qui fut employée généralement en Angleterre et adaptée à plusieurs langues étrangères. « Dans son alphabet, dit M. Signoret, Taylor part de ce principe que les sons les plus fréquents doivent être marqués par les traits les plus simples et les plus rapides. La ligne droite et la ligne courbe avec ou sans boucle servent à désigner les consonnes. D'après la place qu'il occupe, le point sert à marquer les différentes voyelles. Taylor ne tient aucun compte de l'orthographe, et écrit les mots tels qu'ils se prononcent. Les voyelles initiales se suppriment souvent, etc. » Nous donnons cette citation, parce que le système de Taylor est la base de la méthode la plus usitée actuellement en France, celle de Prévost-Delaunay, et qu'il a été adapté à presque toutes les langues européennes.

La sténographie proprement dite apparaît en France avec un Écossais nommé Ramsay, qui publia en 1681 un alphabet imité de celui de Shelton; il se composait de traits simples figurant les consonnes et le tracé sur cinq lignes horizontales analogues à une portée de musique, indiquait les voyelles dont elles devaient être précédées. C'était un système syllabique fort imparfait, mais qui suffisait néanmoins pour former des praticiens, comme en témoignait Blaise de Vigaère en 1637. « Nous voyons, dit-il, ès greffiers des cours souveraines dont la soudaineté de main accompagne non seulement, ains deuance les plus légiers et deliurés langues des advocats; et aussi les chaffourements et minutes des notaires procureurs et exploits des sergents. » Vers la fin du XVIII[e] siècle, plusieurs systèmes prennent naissance pour céder à peu près la place à l'adaptation de la méthode de Taylor à la langue française par Hippolyte Prévost, perfectionnée par son élève M. A. Delaunay. Cette méthode est réduite à un seul style, ce qui lui donne une *unité* absolue d'écriture inconnue de toutes les autres sténographies. La méthode exclusivement phonétique de Pitman, qui s'est principalement répandue en Angleterre et aux États-Unis, emploie, au contraire, deux ou même trois styles :

l'écriture des commençants où figurent les voyelles initiales et médiales, celle dite de la correspondance, dans laquelle on commence déjà à faire certaines suppressions, et enfin l'écriture des reporters d'où disparaissent tous les points-voyelles et qui seule permet de reproduire la parole d'un orateur. Ce dernier style doit toutefois offrir de sérieuses difficultés de lecture aux personnes qui ne sont pas rompues au métier, à cause des très nombreuses significations attribuées au même sténogramme, et c'est probablement à des obstacles de ce genre que fait allusion Dickens d'une manière si plaisante, dans son autobiographie de David Copperfield.

L'Allemagne et l'Autriche emploient concurremment les méthodes Gabelsberger et Stolze. La première publiée, en 1817, représente *toutes* les voyelles, et cela par une position différente ou un renforcement des signes affectés aux consonnes, ce qui, joint à l'heureux choix de ces derniers, assure leur grande facilité de lecture. Mais elle nécessite également deux styles, dont le dernier seul, constitué par la suppression d'une ou plusieurs syllabes dans le corps d'un mot suivant certaines règles dérivées des lois de la langue et de la logique, permet de recueillir un discours prononcé avec une vitesse moyenne. Le système Stolze est une combinaison du précédent et des diverses adaptations antérieures de la méthode de Taylor à la langue allemande.

La Russie et l'Italie, ainsi que divers autres États de l'Europe, emploient des adaptations de la méthode de Gabelsberger.

Parmi les pays où le mouvement sténographique est le plus accentué, on peut signaler l'Angleterre; le journal de M. Pitman, *The phonetic Journal*, y atteint un tirage hebdomadaire de 15000 exemplaires. La sténographie est enseignée officiellement dans un grand nombre d'écoles publiques, et on la sépare rarement de l'enseignement de la comptabilité. L'Allemagne et l'Autriche ont également introduit cette pratique dans les établissements d'instruction publique : 50 journaux sténographiques, généralement mensuels, sont édités dans ces deux pays et près de 1000 associations privées s'occupent de propager l'usage de la sténographie. La connaissance en est ordinairement exigée des employés de commerce, de ceux qui veulent entrer dans les grandes administrations, et, en Autriche, des candidats aux écoles militaires.

Câble aérien automoteur du mont Jalla.

Parmi les communications qui ont été faites au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Grenoble en 1885, il y en a une qui concerne le câble aérien

automoteur qui dessert les carrières de MM. Dumolard et Viallet, au mont Jalla (Grenoble). On extrait de ces carrières des calcaires argileux et bitumineux pour la fabrication des ciments.

Nous allons décrire l'installation de ce câble, d'après le résumé donné par la *Chronique industrielle.*

La distance verticale entre le point de départ du câble et la gare d'arrivée est de 310^m. Entre ces deux points, le sol est tellement accidenté qu'il était impossible d'y établir aucune communication directe par route ou voie ferrée. L'emploi de câbles aériens pour transporter les pierres se trouvait naturellement indiqué; mais jusqu'alors ces câbles n'avaient eu que des portées de 200^m à 300^m et n'avaient transporté que des charges ne dépassant pas 400^{kg}. Au mont Jalla, la portée devait être de 600^m, sans aucun support intermédiaire en raison de la disposition du terrain; en outre, l'exploitation correspondant à un mouvement journalier de plus de 100000^{kg}, les charges transportées ne devaient pas être de moins de 1000^{kg}. On relia la gare supérieure de départ avec la gare inférieure d'arrivée par deux câbles fixes en fil d'acier de $0^m,045$ de diamètre, servant de support aux caisses de transport des pierres. Ces câbles furent amarrés dans le rocher à la partie supérieure et enroulés, à la partie inférieure, sur de puissants treuils permettant de leur donner à chaque instant la tension nécessaire.

Primitivement, les deux caisses étaient reliées par un câble de retenue, de $0^m,018$ de diamètre, s'enroulant autour d'une poulie de frein placée à la gare de départ, c'est-à-dire à la partie supérieure, et de longueur telle que l'une des caisses était à cette gare lorsque l'autre était à la gare d'arrivée. Dans ces conditions, la caisse pleine, en descendant sur un des gros câbles, entraînait le câble de retenue et faisait remonter la caisse vide sur l'autre câble-support. On reconnut aussitôt de graves inconvénients à ce système : le câble de retenue, dont le poids était de 600^{kg}, agissait comme résistance pendant la moitié du chemin, et comme moteur pendant l'autre moitié; en outre, sous l'influence de son poids, ce câble prenait une courbure accentuée et assez variable. De là de grandes irrégularités dans le mouvement et des changements brusques de tension dans les câbles de retenue, donnant lieu à de nombreux accidents et à une usure rapide de ces câbles et du frein.

Pour remédier à ces inconvénients, on équilibra le câble de retenue en reliant les caisses, à la partie inférieure, par un autre câble semblable au premier et passant sur une poulie inclinée placée à la station d'arrivée. On assura la régularité de la tension dans ce câble sans fin, long de 1200^m, en

montant la poulie inférieure sur un wagonnet tendeur à quatre roues, suffisamment chargé, qui monte ou qui descend sur un plan incliné de 20^m de long, suivant que la tension augmente ou diminue. On obtint ainsi un équilibre constant de deux brins du câble de retenue et une tension invariable, avantages d'où résultèrent un travail régulier du frein, une douceur de marche parfaite et une grande précision dans l'arrivée des caisses. En outre, ces modifications ont permis de remonter un poids utile qui est environ les 0,4 de la charge descendante.

Dans le cas où les charges à monter auraient un poids supérieur à celui des charges à descendre, le même système serait applicable, en actionnant la poulie fixe qui pourrait alors être installée à la station inférieure, par une machine à vapeur ou un moteur quelconque.

Les câbles fixes ont 600^m de longueur, $0^m,045$ de diamètre, et sont distants entre eux de 3^m; leur poids total est d'environ 6000^{kg}. Le câble de retenue a 1200^m de longueur, $0^m,018$ de diamètre, et un poids d'environ 1000^{kg}. Chaque caisse, à fond mobile, a une capacité de 900^{lit}; le poids à la descente dans une caisse est de 1000^{kg}. Les poulies, leviers, boulons, chariots, ferrures des caisses, en un mot toute la partie métallique, sauf les câbles, pèsent 8500^{kg}.

La vitesse du mouvement est d'environ 6^m par seconde; l'ascension de la caisse se fait en une minute et demie; le voyage complet, comprenant chargement et déchargement, dure trois minutes. Cette installation permet une exploitation de 120000^{kg} à 150000^{kg} par journée de 12^h. Le prix total d'établissement a été de 15500^{fr}, non compris les maçonneries et les charpentes, ce qui met le prix moyen de la partie métallique à 1^{fr} le kilogramme.

Ce système a été établi en 1874 par la maison Brenier et Cie, de Grenoble. Les résultats ont été tellement satisfaisants que MM. Dumolard et Viallet en ont fait établir, dès 1875, un second entièrement semblable, placé tout à côté.

Télégraphie optique.

Des expériences de télégraphie optique ont eu lieu aux environs d'Aldershot, en Angleterre, sous la direction du major Thrupp, inspecteur général du service des signaux, et ont duré toute une semaine.

Le programme consistait principalement à transmettre sur une ligne de stations inégalement espacées une série de courtes dépêches (30 mots au maximum), analogues à celles que l'on aurait à échanger en campagne. Les distances aux-

quelles il s'agissait de correspondre étaient de $22^{km},500$, 19^{km}, $17^{km},500$ et dans deux cas de $14^{km},500$. Chaque poste était muni de tous les instruments nécessaires aux différents modes de transmission : drapeaux, héliographes, lampes à huile, lampes à gaz oxyhydrique.

Les instruments et les accessoires ainsi que les sacs destinés à contenir le gaz étaient transportés dans des paniers d'osier longs de $0^{m},60$ environ sur $0^{m},45$ de profondeur, et recouverts de toile imperméable. Ces paniers peuvent être soit tenus à la main, soit fixés par un bât.

L'oxygène nécessaire à la combustion de la lampe à gaz se fabrique généralement sur le terrain en chauffant, dans une petite cornue, un mélange de chlorate de potasse et d'oxyde de manganèse. L'hydrogène se fait également sur place .

Comme il peut arriver en campagne que ces manipulations ne soient pas toujours immédiatement praticables, on a imaginé, pour subvenir aux premiers besoins, de transporter de l'oxygène et de l'hydrogène à l'état comprimé dans de petits récipients en fer. La lampe à gaz est ainsi en état de fonctionner à peu près instantanément.

Les transmissions se faisaient chaque jour de 9^{h} du matin à midi 30, de 3^{h} à 5^{h} de l'après-midi, et de $8^{h}30^{m}$ à 10^{h} du soir. Le poste le plus éloigné, celui d'Epsom, a éprouvé pendant le jour de grandes difficultés à correspondre, à cause de la fumée produite par le voisinage de Londres. Les autres stations n'ont eu pendant le jour que des irrégularités accidentelles.

Quant aux signaux de nuit, ils se sont faits de la façon la plus satisfaisante, grâce à la puissance des foyers à gaz oxyhydrique.

(*Lumière électrique.*)

La saison des pluies dans l'Afrique orientale.

Le Dr Fischer a publié dans le journal *Ciel et Terre* quelques remarques intéressantes sur la saison pluvieuse dans l'Afrique orientale et à Zanzibar en particulier, ainsi qu'au pays des Massai, d'où revient ce voyageur.

Dans l'intérieur du pays des Massai [1], la période pluvieuse commence à la fin d'avril, et à Zanzibar toujours entre le 1er et le 5 de ce même mois. Il est remarquable que les vents du sud-ouest; qui règnent à la côte pendant la saison des pluies,

---

(1) Cette région s'étend à l'est du lac Victoria Nyanza.

se font sentir jusqu'au lac Naiwascha. Dans la région voisine du Kilima-Ndjaro, soufflent pendant toute l'année des vents d'est qui, à la saison des pluies, deviennent un peu sud-est, et à la saison sèche inclinent, au contraire, légèrement au nord. L'influence de la chaîne de montagnes du Kilima-Ndjaro se fait d'ailleurs sentir jusqu'au bassin du Ngaruka. Ce que l'on nomme la saison sèche est la période comprise entre les mois de décembre et de mars, mais d'après les observations faites par le Dr Fischer, tant à Zanzibar qu'à la côte et dans l'intérieur jusqu'aux montagnes précitées, cette dénomination est tout à fait inexacte. Il est possible qu'il se prépare à ce point de vue un changement dans les conditions météorologiques de ce pays, car à Zanzibar, et c'est là un fait bien établi, il pleut beaucoup moins depuis plusieurs années, tout au moins pendant la saison des pluies proprement dite. Il y a déjà une dizaine d'années, tous les Arabes établis à Zanzibar me l'ont affirmé, dit l'auteur, et ils en donnaient pour preuve que leurs plantations ne produisaient plus aussi rapidement que jadis, et que de grands terrains autrefois couverts d'eau pendant la saison des pluies restaient maintenant secs pendant toute l'année. Ceci concorde, en outre, avec le fait que les conditions climatologiques se sont améliorées. Tandis qu'auparavant, pendant les saisons chaudes et sèches, on avait rarement une pluie de quelque importance, on a remarqué, durant ces dernières années, et particulièrement dans les mois de décembre, janvier et février, des orages fréquents, qui amènent des épidémies de fièvre; ces épidémies étaient auparavant inconnues à cette époque de l'année. Les mois les plus secs sont maintenant juillet, août, septembre et la première moitié d'octobre, et il semble en être de même à la côte et dans l'intérieur. Si nous considérons la période de novembre à février, que l'auteur passa à Pangani et à la côte, nous voyons que la petite saison des pluies arriva vers le 9 novembre et dura trois jours; le 18 novembre, il plut encore tout le jour, ensuite, jusqu'à la fin de décembre, absence totale de pluie; de ce moment au 22 février, on nota vingt-cinq jours pendant lesquels il tomba plus ou moins d'eau; le plus grand nombre de ces jours se présentèrent en janvier, mois qui jusqu'ici avait été considéré comme le plus sec de l'année.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

15 NOVEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 294.

Expériences de transmission de la force par l'électricité entre Paris et Creil.

Note de M. Marcel DEPREZ.

M. Marcel Deprez a annoncé à l'Académie que les premières expériences de transmission de la force par l'électricité entre Paris et Creil viennent d'avoir lieu et que les résultats ont été très satisfaisants.

« La longueur de la ligne télégraphique qui relie les deux stations est de 56^{km}; mais, comme le retour du courant n'a pas lieu par la terre, il est obligé de parcourir en réalité une longueur de 112^{km} d'un câble en cuivre, équivalant, comme section, à un conducteur unique de 5^{mm} de diamètre.

La résistance électrique totale de ce câble est de 100 ohms à la température de 15°.

La machine génératrice est située à Creil. Elle a deux anneaux tournant dans deux champs magnétiques distincts, constitués chacun par huit électro-aimants. Chaque anneau a une résistance de $16^{ohms},5$ et un diamètre extérieur de $0^{m},78$.

Le courant engendré par cette machine sera utilisé à la Chapelle par deux machines réceptrices, situées à quelques centaines de mètres l'une de l'autre. Une seule des réceptrices est actuellement terminée. Elle possède, comme la génératrice, deux anneaux: ils ont $0^{m},58$ de diamètre extérieur et une résistance électrique de 18 ohms chacun.

Les expériences, commencées depuis le 17 octobre dernier, ont eu lieu en boucle, c'est-à-dire que les machines génératrice et réceptrice sont à côté l'une de l'autre, ainsi que cela a eu lieu d'ailleurs dans les expériences faites au mois de mars 1883, aux ateliers du chemin de fer du Nord, par

une Commission nommée par l'Académie. Les objections que certaines personnes ont faites à ce procédé d'expérimentation, qui se prête, beaucoup mieux que la marche à distance, aux constatations scientifiques, ont été déclarées sans fondement par Tresca, sous la réserve que l'on prenne, bien entendu, toutes les précautions nécessaires pour mesurer, pendant l'expérience même, la résistance réelle de la ligne, ce qui a toujours été fait.

Entre la génératrice et la machine à vapeur qui la met en mouvement, est intercalé un dynamomètre très exact, analogue au dynamomètre de White, qui inscrit à chaque instant sur une bande de papier le travail mécanique absorbé par la génératrice. Ce dynamomètre a été étudié par M. Contamin, ingénieur de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.

La réceptrice est munie d'un frein de Prony, dans lequel l'échauffement de la poulie de friction est rendu impossible grâce à une circulation d'eau. Ce frein reste en équilibre parfait pendant des heures entières. Des tachymètres Buss font connaître, à chaque instant, la vitesse de la génératrice et de la réceptrice. Ces vitesses restent d'ailleurs constantes pendant toute la durée d'une expérience.

On a donc tous les éléments nécessaires pour déterminer le travail mécanique absorbé par la génératrice, ainsi que celui qui est restitué par la réceptrice.

Quant aux mesures électriques, elles sont prises à l'aide de trois galvanomètres, parfaitement gradués, et qui font connaître la différence du potentiel aux balais de la réceptrice, et l'intensité du courant qui traverse les deux machines et la ligne. Enfin deux autres galvanomètres permettent de mesurer l'intensité des courants engendrés par les petites machines excitatrices, servant à produire les champs magnétiques de la génératrice et de la réceptrice. Les indications de ces divers instruments sont d'une grande exactitude.

Je donnerai, dans une prochaine Communication, des Tableaux très complets, contenant toutes les données électriques et mécaniques des expériences faites, soit par la Commission d'expériences présidée par M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Collignon, soit par moi. Je me contenterai, quant à présent, de faire connaître les résultats d'une des expériences de la Commission, et d'une autre expérience faite deux jours après devant M. Sartiaux, sous-chef de l'exploitation du Chemin de fer du Nord et ingénieur délégué de la Commission d'expériences.

Tableau d'expériences.

	Première expérience.		Deuxième expérience.	
	Génératrice.	Réceptrice.	Génératrice.	Réceptrice.
Vitesse en tours par minute.	190	248	170	277
Force électromotrice (directe ou inverse)	5469^{v}	4242^{v}	5717^{v}	4441^{v}
Intensité du courant	7^{a},21	7^{a},21	7^{a},20	7^{a},20
Travail dans le champ magnétique (en chevaux)	9^{chx},20	3^{chx},75	10^{chx},30	3^{chx},80
Travail électrique dans l'induit (en chevaux)	53^{chx},59	41^{chx},44	55^{chx},90	43^{chx},4
Travail mécanique mesuré (au dynamomètre ou au frein).	62^{chx},10	35^{chx},80	61^{chx}	40^{chx}

Rendements.

	Première expérience. Pour 100.	Deuxième expérience. Pour 100.
Électrique	77	78
Mécanique industrielle	47,7	53,4

On voit, et c'est sur ce point que je désire attirer l'attention, qu'un travail utile de 40^{chx} a été développé par la réceptrice avec un rendement industriel de 50 pour 100, la vitesse de la génératrice étant de 170 tours seulement par minute et celle de la réceptrice de 277 tours. La force électromotrice de la génératrice était de 5700 volts environ. Dans d'autres expériences, on a dépassé 6000 volts. Ces machines développent donc des forces électromotrices considérables, avec de très faibles vitesses angulaires. On remarquera également que la réceptrice, bien que n'ayant que des anneaux de 0^{m},50 de diamètre et n'étant parcourue que par un courant de 7 ampères, a développé un travail mécanique utile de 648^{kgm} par tour, *sans aucun échauffement appréciable*. Ce sont là des conditions qui n'ont jamais été réalisées jusqu'ici.

Je ne puis terminer cette Note sans citer les personnes grâce au concours desquelles des expériences aussi coûteuses ont été rendues possibles : d'abord, et dans l'ordre chronologique, M. le Dr Herz, directeur du journal *la Lumière électrique*, qui, pendant deux ans, a défendu avec la plus grande énergie, par tous les moyens en son pouvoir, la cause de la transmission électrique de la force à grande distance, et grâce auquel j'ai pu faire les expériences de Munich, du Chemin du Nord et de Grenoble.

Les expériences actuelles, dont je viens d'apporter les premiers résultats devant l'Académie, ont été faites avec l'appui et le concours de MM. de Rothschild.

Je suis heureux de pouvoir leur en témoigner publiquement ma reconnaissance. »

Lois et origines de l'électricité atmosphérique,

Par M. L. PALMIERI,
Directeur de l'Observatoire du Vésuve ([1]).

M. Palmieri a résumé dans ce Mémoire les résultats que lui ont fournis trente-quatre années de recherches sur l'électricité atmosphérique, faites pour la plupart à l'observatoire du Vésuve, avec des appareils et des méthodes qui lui appartenaient en propre.

Avant de présenter les principaux résultats obtenus par le savant professeur, nous donnerons d'abord la description de l'appareil portatif qu'il a imaginé.

Appareil portatif. — Si l'on veut faire des observations simultanées en différents points plus ou moins élevés de la même ville, j'estime qu'il faut avoir un appareil portatif qui, comparé d'abord avec l'appareil fixe de la station, puisse accuser les variations qui se produiront aux divers points. Un disque de bois, percé à son centre, sert de guide à la tige triangulaire *hh,* longue de $1^m,50$. Cette tige porte à sa partie inférieure la poulie *o,* et à sa partie supérieure un isolateur *u* et un conducteur *aa* de 1^m de long, de sorte que, si le conducteur *aa* est un peu plus court, sa course est toujours de $1^m,50$.

L'électromètre est placé à $1^m,50$ du sol, et le fil qui, partant du conducteur *aa,* va se mettre en contact avec l'électromètre, doit descendre droit dans le petit anneau de l'instrument pour rester en communication avec celui-ci pendant la durée de la course, et s'en séparer à la fin de celle-ci.

Pour éviter le transport d'un électroscope de Bohnenberger, on peut porter une petite pile sèche pour savoir si l'électricité mesurée par l'électromètre est négative ou positive. Je parlerai plus loin des résultats comparatifs obtenus à l'aide de cet appareil.

Je crois de plus que, pour le moment, l'observateur ne doit pas être absent. Il faut qu'il puisse comparer les données fournies par les observations avec l'aspect du ciel, pour pénétrer les lois et les conditions dans lesquelles peuvent s'opérer les manifestations électriques de l'atmosphère.

Je dois à ces comparaisons la découverte des lois suivant lesquelles l'électricité atmosphérique se manifeste par un ciel serein, un ciel nuageux, la chute de la pluie, de la grêle, de la neige et celle des cendres du Vésuve et de la fumée épaisse

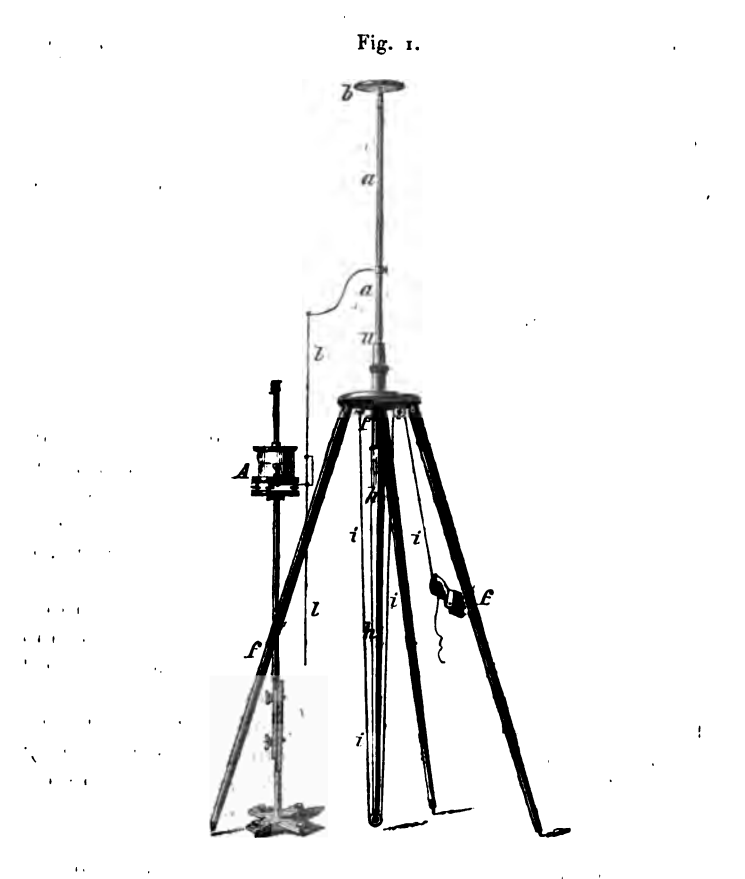
---

([1]) *Lois et Origines de l'électricité atmosphérique,* par M. L. Palmieri; traduction de MM. P. Marcillac et A. Brunet. Paris, Gauthier-Villars, 1885.

des grandes éruptions de ce volcan. On en verra plus loin le résumé.

Pour obtenir des indications continues sans employer une veine liquide, j'ai fait construire une roue avec huit rayons con-

Fig. 1.



ducteurs, tous isolés sur l'axe et terminés par des lames circulaires d'environ 0m,1 de diamètre. On place cette roue dans un lieu élevé, de façon que l'axe soit horizontal, et on la fait tourner : deux ressorts de laiton touchent les rayons au moment où ils arrivent à la verticale supérieure et à la verticale inférieure. Ces ressorts représentent les deux pôles de l'appareil, le premier positif, le second négatif, de sorte que, en mettant un de ces rhéophores en communication avec l'électromètre et l'autre avec le sol, on peut obtenir l'une et l'autre électricité. La difficulté d'obtenir un isolement parfait par tous les temps fait que je n'insiste pas sur cet appareil, que j'ai appelé *machine électrique atmosphérique*.

C'est avec ces moyens d'investigation que M. le professeur Palmieri a obtenu les résultats suivants.

De l'électricité par un ciel clair. — Par un ciel serein, l'électricité est toujours positive, pourvu que dans un certain rayon, qui, d'après mes observations, peut atteindre 70^{km}, il ne tombe ni pluie, ni grêle, ni neige. Une longue série d'essais a, dès à présent, prouvé que, si par un ciel clair on note la présence de l'électricité négative, on peut être certain qu'il pleut, qu'il grêle ou qu'il neige à une certaine distance. L'électricité positive, obtenue par un ciel pur, a généralement une intensité plus grande que celle que l'on obtient par un temps nuageux, en supposant toujours qu'il ne pleuve ni au point où l'on se trouve, ni à quelque distance de là. Plusieurs observateurs ont remarqué, surtout pendant les journées calmes et sereines, une période pendant laquelle il se produisait généralement deux maxima et deux minima; le premier maximum se produisant avant le milieu du jour, vers 9^h du matin, à peu près, et le second, le soir, quelque temps après le coucher du soleil. Ce dernier maximum est généralement plus fort et se prolonge souvent fort avant dans la nuit; mais à l'aube on n'observe ordinairement que des minima.

L'heure de l'autre minimum, qui a lieu après le milieu du jour, est plus variable. Cette période diurne est facilement troublée par un vent qui souffle, par un nuage qui apparaît à l'horizon, par un brouillard venant de la mer ou par toute autre cause qu'il n'est pas toujours très facile de déterminer. Ce qui est certain, c'est que, après avoir pris beaucoup de courbes de cette période diurne, en choisissant les journées les plus régulières, j'ai pu constater que toutes ces courbes ont une certaine ressemblance, mais sont anguleuses, par ce fait que, d'un quart d'heure à l'autre, on observe de fortes augmentations ou diminutions d'électricité.

Les maxima et les minima de deux journées consécutives, et en apparence semblables, ont des valeurs très différentes, et l'on peut affirmer, d'une manière générale, que, quand on observe de très forts maxima, le ciel est rarement serein dans les journées suivantes. On peut en dire autant si ces maxima s'écartent trop des heures habituelles avec une intensité exceptionnelle.

Si, de pur, le ciel devient brumeux, les indications électriques deviennent plus fortes, et si, aux heures du maximum du soir, l'humidité augmente et si une rosée abondante se forme, on peut être sûr d'obtenir des maxima plus forts et plus durables. On a généralement cru que l'électricité augmentait avec l'altitude. Les anciennes méthodes ne pouvaient guère conduire à des conclusions précises. Pour vérifier l'exac-

titude de ces hypothèses, plaçons à des hauteurs différentes l'appareil décrit plus haut : faisons faire au conducteur des courses égales dans des temps égaux et comparons les mesures obtenues.

Les premières observations de ce genre furent faites avec l'appareil fixe de l'observatoire de l'Université et avec un appareil mobile précédemment indiqué. Je transportai moi-même ce dernier, au mois de juillet, par des journées calmes et sereines, sur le clocher de Sainte-Claire, peu éloigné de l'Université, mais plus élevé de 15^m que la coupole de celle-ci; puis sur l'observatoire astronomique de Capodimonte, plus élevé de 100^m que l'Université; ensuite sur les terrasses du fort Saint-Elme, et enfin sur le môle de Saint-Vincent, qui s'avance dans la mer à une hauteur de 4^m à 5^m au-dessus du niveau de l'eau.

Le professeur Eugène Semmola faisait les essais, à des heures convenues, à l'Université; tandis que, de mon côté, je les faisais aux endroits indiqués. Ces expériences, toujours simultanées, furent répétées pendant une série de jours consécutifs et à des heures constamment différentes.

Presque toujours on trouva aux points les plus élevés une valeur un peu plus forte; mais, sur le môle de Saint-Vincent, vers 7^h du matin, j'obtins des déviations plus fortes que celles qu'on observait à l'Université, alors qu'une sorte de rosée ou neige légère régnait à la surface de la mer. Ceci prouve que, parfois, dans une station moins élevée, on constate la présence d'une électricité plus forte que celle de la station la plus élevée.

Après avoir obtenu, en 1872, la concession d'un fil télégraphique entre l'Université et l'observatoire du Vésuve, j'ai pu établir entre les deux stations une série d'observations simultanées.

Ces observations synchroniques, faites quatre fois par jour et parfois plus souvent, ont démontréque, en général, les valeurs de l'électricité à l'intérieur de Naples sont supérieures à celles de l'observatoire du Vésuve, à de rares exceptions près.

Les expériences faites, à présent d'une façon suivie, à l'observatoire de Capodimonte, par l'actif professeur Faustin Brioschi, donnent des résultats analogues, et les résultats obtenus entre le petit Saint-Bernard et l'observatoire de Moncalieri, ne font que confirmer ces observations. Il est à remarquer également que les heures des maxima et des minima varient avec les altitudes. De là vient que le maximum du matin se produit à l'observatoire du Vésuve plus tard qu'à l'Université, contrairement au maximum du soir, qui précède habituellement celui de l'Université. On voit, d'après ce qui vient d'être dit, quel cas il faut faire des résultats fournis par

les cerfs-volants, les ballons, les flèches et les fusées lancés verticalement et horizontalement.

Il convient de faire observer que, si la course du conducteur est plus longue, la déviation obtenue sera plus forte, mais seulement jusqu'à une certaine limite. Au delà de celle-ci, comme la course ne pourra être fournie en un laps de trois ou quatre secondes, l'effet se trouverait diminué.

Certaines personnes croient que, en s'élevant, le conducteur accuse, dans l'électromètre, le potentiel de la couche d'air qu'il atteint; mais un conducteur qui a son point de départ situé à $1^m,50$ plus bas que celui de la première tige ne donne pas des indications différant sensiblement de celles que fournit le conducteur dont le point de départ se trouve situé à $1^m,50$ plus haut que celui du précédent conducteur.

Les choses se passent donc comme si, au-dessus de l'observateur, il se trouvait une électricité inductrice plus ou moins élevée. Nous ne connaissons pas et nous ne pouvons évaluer son intensité absolue : nous mesurons seulement l'intensité de l'induction pour un déplacement donné du conducteur. Cette électricité inductrice fera sentir son action sur les conducteurs placés au-dessous d'elle, proportionnellement à son intensité et à sa hauteur. Aussi, si l'on pouvait atteindre à des hauteurs telles que l'on se trouve à la limite même de ces couches électriques, on devrait nécessairement obtenir, en élevant le conducteur, des signes d'électricité négative et, en l'abaissant, des traces d'électricité positive.

L'astronome français M. Flammarion, qui s'est élevé souvent en ballon, dans les airs, a toujours rencontré une couche d'humidité maximum à des hauteurs plus ou moins considérables. Cette couche, dans laquelle la vapeur qui s'élève du sol est presque saturée, en raison du froid qu'elle rencontre, constitue, suivant moi, le siège de l'électricité inductrice. Si celle-ci est plus forte ou plus éloignée, ou plus faible mais plus rapprochée du sol, elle pourra donner des déviations égales, à l'électromètre.

Ainsi, nous ne mesurons pas l'intensité de l'électricité existant dans l'air d'un point donné, mais l'intensité de l'influence produite, qui dépend de l'intensité de l'électricité inductrice et de la distance qui existe entre celle-ci et nos appareils.

Lors donc que l'on dit qu'*on mesure le potentiel de l'air à l'altitude où se trouve le collecteur*, on exprime, à mon avis, une idée fausse; car ce que l'on mesure, c'est l'intensité de l'influence ou, si l'on veut, le potentiel, en ce point, d'une électricité inductrice de valeur inconnue.

Je devrais parler des périodes annuelles : je me contenterai de dire que, en général, par les fortes chaleurs de l'été,

les tensions sont moins fortes. A l'automne et au printemps, elles sont habituellement plus fortes; en hiver, en raison du petit nombre de beaux jours, on n'obtient que des valeurs extrêmement variables.

De l'électricité par un ciel nuageux. — Par un ciel nuageux, comme par un ciel serein, l'électricité est toujours positive, si, dans un certain rayon, il ne tombe ni pluie, ni grêle, ni neige; mais elle se montre ordinairement moins forte, plus variable et sans période diurne bien définie.

Il m'est arrivé, pendant des journées entières et même pendant des semaines, de me trouver enveloppé par les nuages qui souvent entourent et *coiffent* le mont Vésuve jusqu'à plusieurs centaines de mètres au-dessous de l'observatoire; j'ai toujours obtenu de l'électricité positive (parfois assez intense, sans cependant être excessive), qui m'a toujours paru être un peu plus forte quand les nuages mouillaient les toits de l'observatoire au point de faire couler les gouttières.

Les nuages n'accusent pas d'électricité propre, lorsqu'ils ne se trouvent pas en voie de se résoudre en pluie, en neige ou en grêle.

Les observations faites à ce sujet, à l'observatoire du Vésuve, que les nuages enveloppent, ne laissent subsister aucun doute. C'est une erreur invétérée de croire que les nuages se comportent comme des conducteurs, se chargeant capricieusement tantôt d'électricité positive, tantôt d'électricité négative. Tant que ceux qui veulent s'occuper de météorologie électrique ne sortiront pas de leur cabinet pour consulter la nature, à l'aide d'observations directes, et qu'ils s'en rapporteront exclusivement aux courbes fournies par les appareils enregistreurs, ces erreurs se perpétueront.

De l'électricité en temps de pluie. — Pendant que la pluie tombe (soit au lieu des observations, soit à une certaine distance), l'électricité atmosphérique augmente d'une façon extraordinaire, alors même qu'il n'y a pas d'éclats de foudre, et cet accroissement d'intensité commence avec la pluie, dure autant qu'elle et finit avec elle.

Dans ces circonstances, surtout lorsque la pluie tombe à une certaine distance, il arrive que l'on observe de l'électricité négative, qui devient positive au bout d'un certain temps et quelquefois change de nouveau de signe.

En 1854, après une longue suite d'observations, je formulai la loi suivant laquelle ces manifestations se produisaient.

Tout d'abord, je rencontrai au sein de notre Académie des Sciences une certaine incrédulité. Mais, comme cette loi s'est trouvée confirmée plus tard, par Quetelet et par d'autres, on peut la considérer comme appartenant au domaine de la

Science. J'ai pu du reste, de 1854 jusqu'à ce jour, en vérifier l'exactitude.

Cette loi peut s'énoncer ainsi :

Là où tombe la pluie, on trouve de fortes traces d'une quantité d'électricité positive, qui est entourée d'une zone plus ou moins étendue d'électricité négative à laquelle succède une nouvelle zone positive, qui va en diminuant à une certaine distance.

On n'aurait pas pu découvrir cette loi importante, si l'on ne s'était pas trouvé entouré d'un vaste horizon et si l'on n'avait pas comparé les indications fournies par les appareils avec l'état et l'aspect du ciel. Elle n'aurait jamais été mise en évidence par les appareils enregistreurs.

Celui qui voudra vérifier l'exactitude de cette loi devra se placer dans un site favorable, entouré d'un horizon entièrement libre, et choisir de préférence, pour faire des expériences, la période des pluies d'été, qui ont généralement une étendue moins considérable, en ce sens qu'elles parcourent des zones d'une assez grande longueur, mais d'une largeur restreinte. Ces pluies *solitaires* s'approchent, poussées par le vent, du lieu des observations, y passent et s'en éloignent : aussi ne durent-elles parfois qu'une demi-heure sur un même point.

Il n'est pas rare d'observer de l'électricité négative pendant qu'il pleut au lieu où l'on se trouve ; mais c'est la preuve qu'à une certaine distance il tombe une autre pluie beaucoup plus forte qui développe, au point où l'on fait les observations, une électricité négative beaucoup plus forte que l'électricité positive due à la pluie locale.

J'ai eu l'occasion de noter, pendant qu'il tombait une pluie abondante sur l'observatoire du Vésuve, la présence d'une grande quantité d'électricité négative ; mais, la pluie cessant, cette électricité devenait plus forte encore : elle n'était donc pas due à la pluie locale.

Ainsi, lorsque, à une grande distance du point observé, il pleut, il grêle ou il neige abondamment, on peut avoir des indices d'électricité négative, alors même que le ciel est pur et qu'on n'aperçoit pas les nuages qui produisent cette pluie lointaine, ceux-ci se trouvant placés au-dessous de l'horizon. J'ai vérifié moi-même ces faits à diverses reprises, en me procurant des indications sur le temps qu'il faisait dans les régions avoisinantes, et j'ai observé de l'électricité négative par un ciel clair.

Pluies d'orage. — Entre une pluie ordinaire et une pluie d'orage, il n'y a aucune différence au point de vue de la loi

énoncée : seulement, à des averses plus fortes correspondent des manifestations électriques plus énergiques qui se traduisent souvent par des coups de tonnerre. Les zones dont il a été question plus haut sont plus étendues et donnent des traces plus fortes d'électricité, et l'observateur qui se trouvera dans une de ces zones pourra facilement tirer des étincelles, plus ou moins grosses, d'un conducteur qu'il tiendra légèrement élevé.

L'électricité *étincelante*, observée par Franklin, par Dalibard, par Richmann et d'autres savants, implique toujours la chute d'une pluie à grandes ondées, à une certaine distance du lieu des observations. Les grandes tensions électriques, qui font sauter violemment l'index de l'électromètre au delà de 90°, et que nous indiquerons par ∞, supposent toujours, au moins, de fortes pluies à quelque distance.

On peut donc être certain que les tensions électriques extraordinaires sont produites par une brusque résolution des nuages en eau. Par suite, on devra considérer le nuage qui se résout en pluie, comme une source continue d'électricité, qui, lorsqu'elle ne peut se dissiper par l'humidité de l'air ambiant, se décharge sous forme de foudre, soit entre les nuages eux-mêmes, soit entre les nuages et le sol placé au-dessous.

Ces puissantes tensions naissent au commencement de la pluie, durent et finissent comme elle.

On comprend, de cette façon, le phénomène laissé sans explication par les météorologistes et qui consiste dans ce fait que, pendant un même orage, une série indéfinie d'éclairs peut jaillir du même nuage, par cette raison que de l'électricité tend à se développer pendant la résolution du nuage en eau. Nous ne devons donc pas considérer les nuages orageux comme des conducteurs planant dans l'air, s'électrisant comme par enchantement tantôt positivement, tantôt négativement, se heurtant entre eux et se déchargeant tour à tour. Entre les nuages orageux et les autres il n'y a pas de différence d'espèce; mais la résolution des premiers en eau étant plus abondante et plus rapide, il y a un développement plus considérable d'électricité : celle-ci, lorsqu'elle ne peut se dissiper en silence, se décharge en bruyants éclats de foudre.

Du printemps au commencement de l'automne les pluies sont, dans nos contrées, généralement de moindre durée et plus violentes. Elles se renferment dans des zones plus étroites entourées d'un ciel pur et d'un air relativement sec; de là la fréquence des éclairs.

Ces pluies d'orage surviennent lorsque les courants polaires froids qui tendent à condenser les vapeurs de l'atmosphère sont dominants. Les paysans de la Campanie savent que,

tandis que pendant l'hiver ils ont habituellement de la pluie avec les vents du midi qui apportent sur le continent froid l'air chaud et humide de la mer, après Saint-Marc il ne pleut plus que lorsque les vents du nord dominent.

Cette observation fait disparaître un autre paradoxe, qui consiste en ceci : que la fréquence des orages accompagnés d'un grand développement d'électricité se produit précisément aux points où l'électricité est plus rare, alors que, comme nous le verrons plus loin, l'électricité atmosphérique s'accroît avec l'humidité relative et, par suite, avec la formation des brouillards et des nuages, et devient maximum quand ils se résolvent en pluie. Il faut noter, en outre, que, au moment où l'humidité relative augmente, on observe un accroissement d'électricité dans l'atmosphère; mais l'électricité se dissipe promptement, et l'humidité peut conserver sa valeur par rapport au milieu ambiant. Le même fait se produit lors de la formation des nuages, qui, une fois formés, n'accusent pas une électricité plus forte que celle de l'air environnant, en attendant le moment de se résoudre en eau pour produire de nouvelles manifestations électriques. Aussi, lorsqu'on observe en dehors des heures habituelles de forts maxima d'électricité atmosphérique, on peut prévoir une apparition prochaine des nuages.

Si, quand un orage éclate à distance, nous tenons le conducteur mobile quelque peu élevé et en communication avec un électromètre, nous verrons l'index dévier d'arcs plus ou moins grands, retourner ensuite vers le zéro, reprendre rapidement sa course et ainsi de suite plusieurs fois.

Dans ces circonstances, il vaut mieux maintenir le conducteur un peu élevé et le mettre en communication avec l'électroscope de Bohnenberger. On verra alors la feuille d'or donner constamment des signes d'électricité positive ou négative, selon la zone dans laquelle on se trouve, et l'on constatera non seulement des phases d'intensité variable, mais encore de fréquents changements de signes. Les plus importants de ces changements correspondent à l'apparition de l'éclair et peuvent être aisément étudiés dans les orages de nuit, pendant lesquels on voit coïncider exactement avec l'éclair le mouvement de la feuille d'or.

On voit cette feuille d'or, qui s'avançait lentement vers l'un des pôles d'une pile sèche, s'en rapprocher brusquement quand l'éclair brille ou s'en éloigner de même et accuser un changement d'électricité : ce qui démontre qu'au passage de l'éclair il y a eu accroissement rapide de l'électricité inductrice ou une diminution, par suite de laquelle le conducteur peut donner des signes de l'électricité opposée qu'il tenait *dissimulée,* suivant l'expression précédemment employée.

Lorsqu'on remarque ces phénomènes pendant le jour, on peut être certain qu'il y a au loin un orage, et les mouvements rapides de la feuille d'or permettent de compter les coups de foudre dont on n'aperçoit pas la lueur et dont on n'entend pas le bruit. Les orages de nuit donnent, comme nous l'avons dit, la démonstration expérimentale de la coïncidence de ces mouvements de la feuille d'or avec l'apparition de l'éclair. Les changements de signes, non plus instantanés mais suffisamment durables, correspondent au passage d'une zone à l'autre. En effet, l'orage se déplace avec le vent ; après avoir donné des signes d'une forte électricité positive, il entrera, en s'approchant du lieu des observations, dans une zone négative, après avoir franchi la zone neutre, passage habituellement de très courte durée. En continuant à s'approcher, il arrivera à la zone positive de la pluie qui tombe au point où se trouve l'observateur. S'il continue sa marche, on observera tour à tour de l'électricité négative, puis positive. Cette loi s'applique aux pluies ordinaires et aux pluies d'orage, avec ou sans grêle, en sorte que, à l'exception des mouvements brusques de la feuille d'or dont on a parlé, on ne trouverait aucune différence entre une averse sans tonnerre et une pluie d'orage : toutefois, l'intensité des manifestations électriques et l'étendue des zones variant avec la quantité d'eau tombée, on peut établir une différence entre une pluie ordinaire et un orage. Les coups de foudre se produisent dans les zones dont nous avons parlé et supposent qu'il y a nécessairement une rapide résolution de nuages en eau, l'air ambiant restant relativement sec ; par de grandes pluies, j'ai obtenu des effets électriques assez puissants pour me fournir des étincelles sur le conducteur ; cependant, il n'y avait pas eu de coup de foudre. Dans ces circonstances, il arrive que, en élevant le conducteur de quelques centimètres, on peut voir l'index de l'électromètre sauter au delà de 90° ou la feuille d'or battre contre un des pôles de la pile sèche.

Si l'observateur se trouve, non pas au-dessous de la pluie, mais dans une des zones déjà citées, il pourra voir se produire avec une intensité exceptionnelle les phénomènes de rapprochement ou d'éloignement en se plaçant dans un lieu dégagé de tous objets environnants. Il lui sera facile alors de voir qu'en passant d'une zone à l'autre, s'il avait d'abord, par rapprochement, de l'électricité négative (tandis qu'il se trouvait dans la zone positive), il obtiendra ensuite de l'électricité positive, s'il est passé dans la zone négative. Je me rappelle avoir plusieurs fois placé un électromètre sur la terrasse de la tour météorologique de l'observatoire du Vésuve, alors qu'une forte pluie tombait à une certaine distance, et avoir vu, quand j'approchais vivement la main du conducteur exté-

rieur, l'aiguille de l'appareil subir de fortes déviations, comme si ma main eût été un bâton de verre ou de cire frotté avec une étoffe. En mettant un instant le conducteur en communication avec le sol et en éloignant ensuite la main, j'obtenais une nouvelle déviation, mais de sens contraire.

Après des milliers d'observations, je puis donner comme certains les faits suivants :

1° Les fortes manifestations électriques, qui ne peuvent être mesurées avec l'électromètre bifilaire ordinaire, ne se produisent pas sans chute de pluie, de grêle ou de neige dans un rayon qui, d'après mes observations, ne dépasse guère 70^{km}.

2° La décharge lumineuse que l'on peut tirer de conducteurs isolés et bien exposés suppose nécessairement une abondante chute de pluie, de neige ou de grêle, dans les limites indiquées ci-dessus.

On peut être certain que, lorsque Franklin obtint une étincelle en employant son cerf-volant et que d'autres observateurs constatèrent les mêmes phénomènes en se servant de tiges métalliques isolées à l'air libre, il pleuvait abondamment à une certaine distance. Lorsque Richmann tomba, mortellement frappé par une étincelle échappée du pied d'une longue et forte tige qu'il tenait isolée et bien exposée, il y avait à une certaine distance une résolution rapide de nuages en eau.

3° Le nuage qui se résout rapidement en pluie, grêle ou neige doit être considéré comme une source abondante d'électricité, induisant les zones environnantes et qui, lorsqu'elle ne peut se dissiper tranquillement, grâce à l'humidité de l'air ou par l'intermédiaire des nuages, est forcée de se décharger en éclairs.

4° La décharge de la foudre comporte nécessairement avec elle la lumière de l'éclair et le bruit du tonnerre : aussi est-il impossible d'avoir de la foudre sans pluie ou des éclairs sans tonnerre. Les éclairs du soir, dits *éclairs de chaleur*, ne sont autre chose que la manifestation d'orages lointains, comme j'ai eu souvent l'occasion de m'en assurer, après avoir demandé par le télégraphe des nouvelles du temps. Le plus grand intervalle qu'il m'ait été donné de constater entre l'apparition de l'éclair et l'audition du tonnerre a été de 59^{s} : par conséquent, le bruit du tonnerre ne dépasse pas 21^{km}, tandis que la lumière peut être aperçue à des distances beaucoup plus considérables.

5° Puisque l'étendue des zones dépend de l'intensité de l'électricité développée par la résolution des nuages en eau, on comprend comment l'observateur peut se trouver, en un instant, transporté d'une zone dans une autre, par suite d'un simple coup de foudre.

Manifestations électriques pendant les éruptions du Vésuve. — L'apparition de la foudre au milieu du panache de vapeurs qui sort du cratère dans les grandes éruptions du Vésuve, décrites ponr la première fois par Pline le Jeune, s'est reproduite dans les grands embrasements postérieurs. J'ai eu personnellement l'occasion de voir ce phénomène de très près, surtout pendant l'éruption de 1861 et pendant l'éruption encore plus terrible de 1872.

Il y a eu des éruptions aussi remarquables, telles que celle de 1850 et d'autres encore, pendant lesquelles on n'a pas observé les éclats de foudre dont nous parlons. D'après mes observations personnelles, la condition nécessaire pour que l'électricité des fumées volcaniques se résolve en éclairs, c'est qu'à ces vapeurs se trouvent mêlés beaucoup de cendres et de sables. Voilà pourquoi, lors du grand bouleversement de 1850, pendant lequel il n'y eut pas de chute de cendres, les éclairs firent défaut, malgré l'activité extrême du cratère. En compulsant ma collection des figures des grandes éruptions du Vésuve, j'ai remarqué qu'on a signalé la présence des éclairs toutes les fois qu'il est tombé une forte pluie de cendres, des volutes de fumée qui se tordent au sommet du volcan. Les observations, faites avec des appareils spéciaux, ont pu démontrer que la vapeur d'eau qui se condense en globes de fumée est toujours riche en électricité positive.

Pendant de grandes éruptions, j'ai pu faire mes études de l'observatoire : quand la fumée était moins épaisse, j'ai toujours eu soin de transporter mes appareils sur la cime même du volcan, tout près du cratère, et, lors des éruptions excentriques, auprès des cônes d'éruption, sur les flancs de la montagne.

Dans le mémorable embrasement de 1872, tandis que la fumée du Vésuve s'inclinait du côté de l'observatoire, j'ai pu observer un accroissement d'électricité semblable à celui d'un orage; seulement, les variations étaient plus fréquentes. En tenant le conducteur quelque peu élevé, en communication avec l'électroscope de Bohnenberger, je pouvais constater aisément, non seulement des variations rapides d'intensité, mais encore de fréquents changements de signes qui, convenablement interprétés, viennent à l'appui de ce qu'on a dit plus haut, c'est-à-dire qu'à une forte diminution de l'électricité inductrice doit correspondre, sur les conducteurs fixes, une apparition d'électricité contraire. Et de fait, si, alors qu'un conducteur fixe peu élevé donnait des signes d'électricité négative, on l'élève du reste de sa course, on recueille des traces d'électricité positive.

Les variations d'intensité qu'on observe ne doivent nullement surprendre, motivées qu'elles sont par les changements

subits et les exhalaisons successives du cratère en activité, qui laisse échapper, à de brefs intervalles et avec une intensité très variable, de grandes volutes de fumée.

En raison de sa chute, la cendre tend à prendre l'électricité négative en se rapprochant du sol et à accroître l'électricité positive des volutes de fumée dont elle s'éloigne, d'où il suit que l'intensité électrique de la fumée se trouve accrue par la pluie de cendre.

J'ai constaté, en effet, qu'en plaçant de la cendre dans un vase métallique isolé, assez élevé, et en la faisant tomber sur le sol, on obtenait sur le vase de l'électricité positive; et que si l'on mettait le vase en communication avec la terre, la cendre, en tombant dans une coupe métallique isolée, donnait à ce vase de l'électricité négative.

Toutes les fois que de la cendre, emportée par le vent, est tombée sur l'observatoire, tandis que la fumée se trouvait entraînée dans un sens opposé, j'ai obtenu des signes manifestes d'électricité négative. Ainsi que moi, Cagnazzi et le duc de la Torre trouvèrent (vers le commencement de ce siècle, si mes souvenirs sont exacts) des traces d'électricité négative sur les cendres qu'ils avaient recueillies sur des lames isolantes.

Et je crois utile de faire remarquer à cette occasion que si, par un coup de vent, sur un sol aride, une grande quantité de cendres est soulevée dans l'air, elle accusera en retombant lentement l'existence d'une quantité d'électricité négative dans l'atmosphère. Il est bon de tenir compte de ce fait, signalé pour la première fois, autant qu'il m'en souvient, par un observateur allemand, si l'on veut éviter des conclusions fausses.

On comprend, après tout ceci, comment la chute de cendres concourra à la production des éclats de foudre en tombant de la colonne de fumée qui s'échappe du cratère du Vésuve.

L'illustre astronome français Faye, qui, dans une Communication faite à l'Académie de France, m'invitait à étudier ce genre de phénomènes, ne savait pas, je crois, qu'ils avaient depuis longtemps fixé mon attention et qu'à diverses reprises j'en avais publié le résumé.

Origines de l'électricité atmosphérique. — Je ne veux pas examiner les diverses hypothèses faites sur les origines de l'électricité atmosphérique. Je me borne à citer les observations et les expériences à l'aide desquelles je crois avoir résolu le problème.

1° L'électricité atmosphérique croît au moment où l'humidité atmosphérique devient plus forte.

2° Elle augmente et devient lumineuse avec la chute de la pluie, de la grêle ou de la neige sur le lieu des observations, et mieux encore à une certaine distance.

3° Lors de l'apparition soudaine des nuages ou du brouillard à l'horizon, on obtient toujours des indications électriques plus accentuées, mais qui ne peuvent être comparées à celles que l'on recueille pendant les fortes pluies.

Tous ces phénomènes et d'autres du même genre concourent à expliquer la période diurne et ses perturbations, et montrent nettement que l'origine de l'électricité se trouve dans la condensation de la vapeur d'eau, soit que cette vapeur augmente rapidement l'humidité relative, soit qu'elle se transforme en brouillard, en nuages, en neige ou en pluie.

Expériences. — En même temps que j'énonçais les résultats fournis par les observations, je souhaitais de confirmer par des expériences de laboratoire la valeur des données obtenues par déduction. En conséquence, je pris une grande coupe de platine appartenant à notre cabinet de Chimie : je la couvris de cire dans sa partie convexe et l'employai pour former le fond d'un vase cylindrique constitué par une portion d'un cylindre de verre. Ce fond (c'est-à-dire la coupe de platine) était concave et découvert à sa partie extérieure, convexe et enduit de cire dans sa partie intérieure. J'isolai ce vase en le suspendant par trois lacets de soie, dans une chambre bien large. La distance qui le séparait du pavé était d'environ 1^{m}, et même un peu supérieure. Je plaçai verticalement au-dessous de lui une large coupe métallique remplie d'eau que je portai à l'ébullition au moyen d'un réchaud à charbon. Il s'en élevait une colonne de vapeur qui se rendait dans la partie concave de la coupe de platine formant le fond du vase précédemment décrit. Je mis successivement à l'intérieur de ce dernier de l'eau froide, de la neige, et même du sel et de la neige.

Lorsque j'ai relié la coupe de platine au plateau inférieur de l'électroscope condensateur à pile sèche, j'ai constamment remarqué des traces d'électricité positive quand la vapeur se rendait rapidement et se distillait dans la partie concave refroidie de la coupe de platine.

On conçoit que l'électricité ainsi produite tendait à se perdre par la colonne de vapeur d'eau qui s'élevait de la coupe inférieure; aussi n'eût-il pas été facile de l'observer sans le condensateur. Je me souvins alors qu'Alexandre Volta, s'appuyant sur quelques-unes de ses expériences, avait soutenu que dans l'évaporation de l'eau il y a développement d'électricité et que la vapeur prend l'électricité positive, l'eau restant électrisée négativement; mais qu'à la suite d'expériences postérieures, cette loi avait été mise en doute. Je crus nécessaire de revoir les expériences déjà faites, et je m'aperçus qu'il fallait surmonter de sérieuses difficultés pour arriver à une conclusion certaine. L'évaporation lente produit peu de résultats et ne permet pas d'obtenir des traces d'électri-

cité appréciables avec nos appareils. L'ébullition donne certainement plus de vapeur, mais celle-ci, en se répandant, rend inappréciable l'électricité, et je dirais presque qu'elle l'absorbe. De plus, les bulles qui se déplacent au sein du liquide neutralisent par contact les parties qui se trouvent électrisées différemment (c'est-à-dire de signe contraire) et ne permettent pas d'obtenir des résultats sérieux. Ajoutons à ceci que la flamme de l'alcool, placée sous la coupe de platine, l'électrise et crée ainsi une nouvelle cause de trouble. Il ne restait plus qu'un moyen, c'était de faire rougir au feu la coupe de platine et d'y faire tomber quelques gouttes d'eau distillée. Tout d'abord, celle-ci prend l'état sphéroïdal et, ne touchant pas le fond de la coupe, ne peut fournir aucune indication. Mais, quand la coupe est suffisamment refroidie, la gouttelette entre brusquement en ébullition et l'on peut avoir en ce moment quelque trace d'électricité : seulement, il survient ce doute, que c'est peut-être le frottement de la vapeur contre les parois de la coupe qui engendre des phénomènes analogues à ceux que produit une machine hydro-électrique.

En raison de toutes ces difficultés, je crois qu'il vaut mieux concentrer, sur la surface de l'eau contenue dans une coupe de platine, un faisceau de rayons solaires, à l'aide d'une lentille de $0^m,30$ environ de diamètre. On obtient alors une ébullition particulière, car les bulles de vapeur partent toutes rapidement de la surface du liquide. On arrive à constater, à l'aide de l'électroscope condensateur, des traces faibles, mais constantes, d'électricité négative dans la coupe de platine qui contenait l'eau.

Tout cela m'amène à penser que la conception de l'illustre Italien était juste, et que l'évaporation de l'eau sur notre planète peut être considérée comme une origine éloignée ou médiate de l'électricité atmosphérique. Mais l'origine immédiate, directe, de son développement, c'est la condensation des vapeurs.

Les pluies et les évaporations sur le plateau de la Beauce,

Par MM. HARREAUX et GRUGET.

Voici le résultat des observations faites sur le plateau perméable de la Beauce, depuis le 1er octobre 1884 jusqu'au 30 septembre 1885.

	Eau.
	mm
Il est tombé............................	556,3
Il en a été évaporé.........................	516,8
Eau introduite dans le sol......	49,5

Une couche d'eau de $0^m,04$ à $0^m,05$ d'épaisseur est assurément d'une faible valeur pour l'imbibition du sol, mais elle suffit pour indiquer que, si la terre n'a rien gagné en humidité, elle n'a également rien perdu.

Elle est restée en effet à peu près dans le même état que l'an dernier à la même époque.

Ce résultat peut étonner ceux qui ont noté la sécheresse excessive de juillet.

Mais pour nous qui avons consigné, jour par jour, la quantité d'eau évaporée pendant les douze mois, nous voyons pourquoi le hâle de l'été, nuisible aux céréales et aux prairies, n'a nullement arrêté la végétation de la vigne et des arbres... C'est que la terre avait une réserve d'eau qui ne s'est pas épuisée avant la fin de la campagne.

La mesure comparée des pluies et des évaporations peut donc expliquer la sécheresse et l'humidité relatives de la terre arable, ainsi que le débit des sources.

Espérons que les observateurs donneront aux évaporations la même attention qu'ils accordent aux pluies, à la température et à la pression atmosphériques. Jusqu'à ce jour, on s'est contenté de noter l'état hygrométrique de l'air, c'est déjà quelque chose, mais l'évaporométrie fournit des données bien plus précises sur le chiffre de l'eau enlevée par les hâles.

Sur le rayon vert, observé dans l'océan Indien,

Par M. TRÈVE.

Certains phénomènes météorologiques prennent souvent, quand on les observe en pleine mer, une ampleur surprenante, accentuant vivement les particularités qui les caractérisent. Tels sont les féeriques spectacles que donnent les couchers de soleil. Dans le cours de ma nouvelle et récente traversée de l'océan Indien, l'occasion s'est plusieurs fois présentée de contempler la lumière rayonnée par le soleil descendant à l'horizon, l'atteignant, pour disparaître bientôt après.

Les colorations dont le ciel est inondé, quand les rayons de lumière directe vont faire place aux rayons crépusculaires, et la diminution progressive de la lumière qui succède au coucher du soleil, sont l'un des effets d'optique les plus magnifiques. Après une belle journée, pendant laquelle la pureté du ciel s'est maintenue, le soleil s'achemine à l'horizon sous un ciel nuancé d'un rouge orangé, passant graduellement au rouge pourpre, avec diverses nuances dues à l'état plus ou

moins hygrométrique de l'atmosphère et à la distance de l'astre au zénith. Peu après le coucher du soleil, il arrive souvent qu'une teinte rouge jaunâtre à l'horizon va en se fondant sur le ciel et prend une nuance violacée en s'élevant vers le zénith. D'autres fois, le rouge qui borne la vue est très foncé, passe à l'orangé, et la teinte se perd insensiblement dans un fond bleu grisâtre.

Mais ce qu'il y a de plus frappant, on le sait ([1]), c'est que, dans l'instant qui suit immédiatement la disparition du bord supérieur du disque, on voit parfois un rayon absolument vert, d'une grande beauté, succéder aux derniers rayons rouges projetés sur les eaux et dans l'atmosphère.

Il faut, du reste, des conditions tout exceptionnelles d'extrême limpidité du ciel et de grande pureté d'horizon, pour que ce phénomène apparaisse à l'observateur.

Sa durée est celle d'un éclair. C'est, pour le navigateur, comme un adieu chargé de promesses, toujours fidèlement tenues, d'un beau temps pour le lendemain; il est, en effet, bien peu d'exemples, s'il y en a, qu'un beau coucher de soleil ait été suivi d'un mauvais temps.

Ce phénomène si remarquable nous semble devoir se rattacher aux belles expériences de M. Chevreul, sur le *contraste simultané des couleurs* et sur les ombres projetées derrière les corps opaques exposés aux différentes couleurs qui composent le spectre fourni par la lumière blanche. Ces ombres sont toujours d'une couleur complémentaire de celle dans laquelle est plongé le corps obscur.

Ce phénomène ne saurait finalement trouver son explication que dans les mémorables travaux de l'illustre savant, qui a établi, de la façon la plus nette, par l'invention des *pirouettes complémentaires*, que la vision d'une couleur matérielle quelconque A en mouvement, une fois perçue, a préparé la partie de la rétine qui vient d'être affectée de la couleur A à recevoir d'une fraction de la lumière blanche, qui l'éclaire, la sensation de la couleur C complémentaire de A. Dans l'exemple cité, c'est donc la perception du rouge qui est suivie de celle du vert.

([1]) Surtout depuis la charmante vulgarisation qui en a été faite par M. J. Verne.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.
RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.
Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

22 NOVEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 295.

Assemblée générale du 14 novembre.

Dans l'assemblée générale qui a eu lieu le 14 novembre, il a été procédé au dépouillement du scrutin relatif au projet de fusion entre l'Association française pour l'avancement des Sciences et l'Association scientifique de France. Ce dépouillement a donné le résultat suivant :

Sur 663 votants, 660 pour la fusion, 3 contre.

Le projet de fusion sera présenté au Conseil d'État pour être ratifié.

Note sur les époques de vendanges en France,

Par M. Alfred ANGOT.

En même temps qu'il organisait l'observation régulière des phénomènes de végétation en France, le Bureau central météorologique s'est préoccupé de recueillir les observations anciennes, afin de permettre des études comparatives portant sur d'assez longues périodes. Parmi tous les phénomènes de végétation, celui sur lequel il est le plus facile de trouver des renseignements précis pour les époques anciennes est la date de l'ouverture des vendanges. Cette date était généralement, en effet, fixée par un arrêté, ou *ban de vendanges,* dont on retrouve souvent la trace dans les registres des municipalités.

Nous avons pu ainsi réunir les dates de l'ouverture des vendanges dans 622 localités de la France ou de la partie de la Suisse la plus voisine. Ces séries d'observations s'étendent d'ordinaire de 1840 à 1880; un grand nombre remontent beaucoup plus loin, au XVIIIe et même au XVIIe siècle; 5 enfin vont jusqu'au XVIe siècle, et 1 (Dijon) jusqu'à la fin du XIVe. Le Mémoire publié dans les *Annales du Bureau central météorologique de France* donne en détail les 79 plus longues

séries et, pour toutes les autres, les époques moyennes des vendanges par périodes de dix années. Enfin on y a réuni des renseignements sur la qualité et la quantité des vendanges pour chaque année, depuis 1236, sauf quelques lacunes dans les deux premiers siècles.

Bien que le Mémoire soit surtout un travail de statistique, dans lequel on se proposait principalement de réunir et de publier des observations anciennes, une première discussion de ces observations a permis de formuler quelques conclusions que je demanderai la permission d'indiquer.

Dans une même localité, l'époque des vendanges varie beaucoup d'une année à l'autre, et la différence entre les dates extrêmes peut atteindre et même dépasser 70 jours. Dans presque toute la France, au moins depuis 200 ans, l'année la plus tardive a été 1816, et la plus précoce 1822. La cause de ces variations est bien connue et se trouve dans les conditions météorologiques de chaque année. Pour que le raisin mûrisse, il faut que la vigne ait reçu une certaine quantité de chaleur, caractéristique de chaque nature de plant. La relation entre l'époque de la maturité et la température est tellement nette que l'on peut aisément calculer, à deux ou trois jours près, la date de l'ouverture des vendanges au moyen de la marche de la température, même pour les années les plus exceptionnelles. On trouvera dans le Mémoire plusieurs exemples de ce calcul.

Indépendamment de la nature du cépage et des conditions topographiques et climatologiques, beaucoup d'autres causes accessoires font varier l'époque des vendanges, dans un même pays : âge du plant, mode de culture, fumure, soufrage, espacement des ceps; enfin le goût des acheteurs et les habitudes locales ont aussi une grande influence. L'étude de la variation des époques des vendanges est donc très complexe et soumise, au point de vue climatologique, à bien des restrictions; mais elle rachète en partie ces inconvénients par le grand nombre et la longue durée des séries d'observations que l'on possède.

En dehors des variations annuelles, il est très intéressant de rechercher si l'époque moyenne des vendanges, pour des périodes assez longues, subit une variation régulière que l'on puisse attribuer à des changements du climat. Dans quelques localités les vendanges ont été notablement plus tardives au commencement de notre siècle qu'à la fin du XVIIe, et quelques auteurs ont cru pouvoir en conclure à une détérioration progressive du climat. Les nombres que nous avons publiés ne paraissent pas favorables à cette opinion. Nous prendrons, par exemple, trois séries, celles de Dijon, de Salins (Jura) et d'Aubonne (entre Lausanne et Genève), pour lesquelles nous

possédons trois cents ans d'observations complètes, de 1575 à 1874. Nous avons calculé pour ces trois stations l'époque moyenne des vendanges par périodes de vingt-cinq ans, et l'écart de ces époques à la moyenne générale des trois cents ans. Voici le Tableau de ces écarts, en jours; le signe + signifie un retard et le signe — une avance de la période considérée sur la moyenne.

	1575-99.	1600-24.	1625-49.	1650-74.	1675-99.	1700-24.
Dijon..........	+ 1	—1	—3	—5	—5	—2
Salins.........	+ 4	+2	0	—3	+1	—1
Aubonne.......	— 4	—8	—4	—5	+5	+8

	1725-49.	1750-74.	1775-99.	1800-24.	1825-49.	1850-74.
Dijon..........	+ 2	+3	+1	+7	+2	—2
Salins.........	— 2	0	—5	—1	+1	+2
Aubonne.......	+10	+9	—1	+3	—4	—6

Quant à la date moyenne pour trois cents ans, elle est : à Dijon, le 28 septembre; à Salins, le 11 octobre, et à Aubonne, le 19 octobre.

Ces stations sont assez peu éloignées l'une de l'autre pour que les variations à longue période du climat y soient parallèles; et, de plus, les variations pour Salins devraient être intermédiaires à celles des deux autres localités. Or les nombres rapportés ci-dessus montrent qu'il n'existe aucun parallélisme entre les variations des époques des vendanges de ces trois stations; on doit donc les attribuer, non à des causes climatologiques, mais à des changements dans les habitudes locales, dans la nature du plant ou dans le mode de culture. En tous cas, ces observations, et d'autres que nous avons signalées dans le Mémoire, ne permettent de conclure d'aucune manière que notre climat aille sans cesse en se détériorant.

Enfin quelques auteurs ont cru reconnaître que les époques des vendanges suivaient une variation périodique analogue à celle des taches du Soleil. J'ai calculé séparément, pour dix stations, l'époque moyenne des vendanges de toutes les années de maximum et de minimum des taches solaires, de 1700 à 1879. Ces époques moyennes sont identiques pour les deux séries d'années, ou ne diffèrent que d'un jour, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. L'influence présumée est donc absolument nulle ou inappréciable.

M. de Brazza et la mission de l'Ouest africain.

Le retour en France de M. de Brazza appelle naturellement l'attention de l'opinion publique sur la mission que notre vaillant compatriote vient de diriger, pendant près de

trois ans, en qualité de commissaire de la République dans l'Ouest africain. Le moment est donc venu de jeter un coup d'œil sur les travaux de cette mission, la plus importante, à coup sûr, que la France ait jamais envoyée sur un point quelconque du globe.

On sait dans quelles circonstances elle a été créée. Qu'il nous suffise de rappeler que le Parlement, après avoir ratifié, le 30 novembre 1882, le traité signé le 10 septembre 1880 entre M. de Brazza et le roi Makoko, suzerain des Batekès, avait voté les fonds nécessaires pour l'envoi en Afrique d'une mission chargée d'étudier la géographie de la partie orientale de l'Afrique équatoriale, de rechercher les voies de communication existant entre l'Afrique centrale et la côte de l'Atlantique, de porter au roi Makoko la ratification du traité qu'il avait conclu avec la France, enfin d'assurer, par des moyens exclusivement pacifiques, l'extension de l'influence politique de la France.

La mission s'organisa rapidement. Elle se composa de 50 blancs, civils et marins, 300 noirs, Laptots du Sénégal et Kroumen de la côte de Guinée, auxquels devaient se joindre en Afrique 2000 ou 3000 indigènes, pagayeurs, porteurs, etc.

La mission, en raison de son caractère de mission d'études, fut placée sous la haute direction du Ministre de l'Instruction publique. M. de Brazza eut, comme principaux auxiliaires, MM. Dufourcq, de Lastours, Chavannes, Decazes et Dolisie. M. Jacques de Brazza, frère de l'explorateur, accompagna la mission pour son propre compte en compagnie de M. Pecile.

La mission avait tout d'abord à se préoccuper des voies d'accès dans l'Afrique équatoriale. Trois seulement existaient et existent encore aujourd'hui : ce sont la voie du bas Congo, découverte et préconisée par Stanley; la voie du Niari-Quillou et de la rivière Djoué, découverte par Brazza en 1882; enfin, la voie de l'Ogooué et de l'Alima. La première était occupée par l'Association internationale du Congo. Aussi, pour éviter tout conflit avec les membres de cette Association, la mission française s'attacha-t-elle plus particulièrement à suivre les vallées de l'Ogooué et du Niari. Elle n'utilisa la voie du bas Congo que d'une manière exceptionnelle.

Dès les premiers jours de l'année 1883, M. Cordier, lieutenant de vaisseau, qui commandait le *Sagittaire,* se rendit sur la côte d'Afrique, à la hauteur du 5e degré de latitude sud, afin d'établir des postes à Pointe-Noire et à Loango, en vue de l'exploration méthodique de la vallée du Niari. En même temps, M. de Lastours arrivait au Gabon avec l'avant-garde de la mission pour organiser le service de pénétration par l'Ogooué. Enfin, le 21 mars, M. de Brazza quitta Bordeaux avec le gros de la mission. Il emmenait avec lui le personnel

blanc qui devait diriger les stations d'études et les postes de ravitaillement, 350 tonnes de matériel et une chaloupe à vapeur démontable. D'autres petits vapeurs devaient lui être ultérieurement envoyés. Le 21 avril, le personnel était arrivé au Gabon, prêt à partir pour l'intérieur.

La voie de l'Ogooué, découverte par Brazza, Marche et le Dr Ballay, en 1876, avait été reconnue praticable pour une exploration scientifique, lors du second voyage de Brazza, en 1880. A cet effet, de nombreux traités d'amitié avaient été conclus avec les tribus du bassin de l'Ogooué, et des traités de navigation passés avec les Okandas et les Adoumas, les meilleurs piroguiers du fleuve, facilitaient le recrutement des pirogues et des pagayeurs.

Toutefois, ce qui servait pour ravitailler le poste de Franceville, fondé en 1879 sur le haut fleuve, était nécessairement insuffisant pour une exploration qui allait mettre en marche des centaines d'hommes et déplacer des centaines de tonnes de marchandises. M. de Lastours fut, en conséquence, chargé de réorganiser le service de l'Ogooué. Une première station fut fondée au cap Lopez, à l'embouchure du fleuve. Ce fut le centre administratif et le point central d'approvisionnement de la mission. Puis, comme l'Ogooué est navigable pour de petits vapeurs sur une longueur de 380^{km} environ, la seconde station fut établie à Njolé, point où commencent les premiers rapides du fleuve. D'autres postes furent créés à Okota, à Obombi et à Achouca, sur le cours moyen de l'Ogooué; enfin, sur le haut fleuve, on organisa la station de Madiville ou Nghémé, et le poste de Doumé. La station suivante, c'est Franceville, centre déjà important, car les Européens y sont, en quelque sorte, en permanence depuis cinq ans.

Pendant que M. Lastours procédait ainsi à la réorganisation de la voie de l'Ogooué, M. de Brazza descendait sur la côte compléter l'installation du poste de Pointe-Noire et de la station de Loango. En outre, il s'occupait de préparer l'expédition qui devait, sous la conduite de M. Dolisie, remonter la vallée du Niari, y établir des postes et se diriger vers le Congo pour s'établir à Brazzaville. Dans le Niari, tout était à créer; de plus, nous nous trouvions en butte à des difficultés d'une nature spéciale qu'il est inutile de rappeler maintenant. Bref, ce n'est que la seconde fois que M. Dolisie put arriver au Congo après avoir créé, le long du Niari, les postes de Ngotou, du Bas-Quilliou, la station de Niari-Loudima et le poste de Niari-Babouemdé. Comme dans le bassin de l'Ogooué, on dut conclure avec les indigènes des traités d'amitié et de protectorat. Aujourd'hui les porteurs babouemdés et loangos font le service dans la vallée du Niari, comme les Adoumas et les Okandas dans la vallée de l'Ogooué.

Pour éviter les redites, en raison de la simultanéité des travaux, nous avons dû anticiper quelque peu sur les événements en ce qui concerne l'exploration méthodique du Niari; nous devons maintenant revenir aux voyages de M. de Brazza sur l'Ogooué.

Le chef de la mission remonta sans encombre les 800^{km} qui séparent Franceville de l'Atlantique, en profitant de son passage au milieu des peuplades du bassin de l'Ogooué pour cimenter davantage les excellentes relations qui se sont établies entre les indigènes et nous. A Franceville, M. de Brazza retrouva l'enseigne de vaisseau Mizon, qui administrait la station depuis deux ans. M. Mizon remit le service à M. de Brazza et revint en France en traversant le pays, alors inconnu, qui s'étend entre Franceville et Mayomba, sur l'Atlantique. Dans cette belle exploration, M. Mizon releva une partie du cours des rivières Lueté et Quilliou et détermina la nature du terrain qu'il parcourut.

Après le départ de M. Mizon et aussitôt qu'une partie du matériel commença à arriver à Franceville sans trop d'encombre, M. de Brazza rejoignit sur l'Alima le Dr Ballay. Le Dr Balley était en Afrique depuis deux ans et préparait l'exploration du Congo. Au moment où M. de Brazza le retrouva, il réorganisait le poste de l'Alima, établi autrefois par Brazza en même temps que Franceville. Il procédait en outre à la reconstruction d'une chaloupe à vapeur qu'on lui avait envoyée de France pour l'exploration du Congo. Enfin il négociait un traité de paix avec les Afourous, les hardis navigateurs de l'Alima et du Congo.

On se souvient peut-être que, dans leur exploration de 1878, MM. de Brazza et Ballay avaient dû livrer plusieurs combats aux Afourous. Bien que M. de Brazza, dans sa seconde exploration, eût réussi à nouer quelques relations avec ses anciens ennemis, les rapports étaient encore assez tendus. Ce n'est qu'après de longues négociations que la voie de l'Alima nous fut définitivement ouverte. Or l'Alima est un affluent navigable du Congo. C'était donc l'accès au grand fleuve par la voie de l'Alima que nous obtenions ainsi. Un traité de navigation fut conclu et les Afourous s'engagèrent à faire nos transports sur l'Alima et sur une partie du Congo. Comme des porteurs font depuis longtemps le service par voie de terre entre le haut Ogooué et le haut Alima, la convention avec les Afourous mettait l'Atlantique en communication directe et ininterrompue avec le Congo. Sans doute cette voie n'est pas une voie commerciale, le transit est long et pénible; mais, telle qu'elle est, elle constitue un chemin de pénétration très sûr, et la mission l'a constamment utilisé pour ses services de ravitaillement. Elle a pu y transporter, dans une année, trois

fois plus de matériel qu'il ne s'en est déplacé par la route du bas Congo dans le même temps.

Quelques jours après la conclusion du traité de paix, le Dr Ballay descendit l'Alima dans une pirogue afouroue et se rendit par le Congo à la résidence de Makoko. Le roi des Batekès fut ainsi officiellement prévenu de la ratification du traité de protectorat par la France et de l'arrivée prochaine de M. de Brazza. Le chef de la mission resta quelques mois sur l'Alima pour terminer l'organisation des transports et des postes établis le long de la rivière. Ces postes sont : la station de l'Alima-Djelé, le poste de Ngampo, la station de l'Alima-Leketi, enfin le poste de Mbossi, au confluent de l'Alima et du Congo.

Au mois d'avril 1884, M. de Brazza se rendit chez Makoko, qui lui fit le meilleur accueil. Makoko renouvela avec solennité son serment de fidélité au gouvernement français. A ce moment, la situation politique était assez grave. L'Association internationale du Congo et la mission française avaient fréquemment entre elles de nombreux conflits. Ces conflits sont heureusement terminés depuis la Conférence de Berlin et l'accord qui s'est fait entre la France et l'État du Congo ; mais, à cette époque, les agents de l'Association, après s'être vainement efforcés de détacher Makoko de l'alliance avec la France, essayaient de faire soulever quelques chefs vassaux contre le roi des Batekès. Peu s'en fallut que Makoko, à la tête de 2000 guerriers, n'allât faire la guerre à ses sujets révoltés. Tout s'arrangea cependant. M. de Brazza confia alors à M. Chavannes la résidence générale auprès de Makoko, ainsi que la direction des postes établis sur le Congo. C'est à la fois au tact de cet agent et au bon vouloir du successeur de Stanley, sir Francis de Winton, que l'on doit l'apaisement qui s'est fait entre le personnel des deux missions.

Sur le Congo, les points aujourd'hui occupés par le personnel de la mission française sont, au sud, la station Brazzaville ; puis, en remontant vers le nord, les postes de Mganchoumo et de Mbé (résidence de Makoko) ; le poste de Bongha et la station d'Oubanghi, au confluent de la rivière Liboko-Oubanghi avec le Congo. Peu à peu, on le voit, le programme qui avait été tracé à la mission s'est trouvé accompli. Maintenant, dans chaque station, dans chaque poste résident des agents, blancs ou noirs, de la mission. Les noirs défrichent les alentours de la station, cultivent les légumes du pays ou les légumes européens. Les blancs étudient la géographie de la contrée, se mettent en rapport avec les indigènes, recrutent les porteurs et les pagayeurs, enfin s'efforcent de créer un personnel d'interprètes dont l'utilité n'échappera à personne. Entre temps, on recueille les collections sur la faune et sur la

flore du pays, des échantillons de minéraux, en même temps que l'on essaye de se rendre compte de l'origine ethnique et de l'état social des différents peuples qui habitent l'ouest africain.

Vers le mois de mai 1884, M. de Lastours arriva au Congo avec un fort convoi de ravitaillement arrivé du Gabon par la voie de l'Ogooué. Le Dr Ballay profita du retour à la côte de M. de Lastours pour revenir en Europe, où son expérience allait être d'un très utile concours aux négociateurs français de la Conférence de Berlin. Le Dr Ballay est resté dans l'Ouest africain pendant trois années consécutives, précisément au moment où M. de Brazza était en Europe ou sur les bords de l'Atlantique. C'est donc à lui principalement que l'on doit le maintien du prestige de la France dans ces régions, prestige dû entièrement à nos relations pacifiques avec les indigènes. Quand on pense que de l'embouchure de l'Ogooué au Congo il n'y a pas moins de 1500km, et que sur cette immense longueur circule un personnel blanc composé d'une vingtaine de personnes au plus, on comprend la nécessité de cette politique de paix. Le succès de la mission était au prix de l'observation scrupuleuse des traités d'amitié et de protectorat conclus avec les indigènes. Il n'est que juste d'en reporter le mérite à ceux qui ont le plus contribué au maintien de cette politique de prudence et de modération.

Après un séjour de plusieurs mois sur le Congo, M. de Brazza quitta à son tour le grand fleuve et se dirigea vers la côte par la voie de l'Ogooué. Il inspecta ensuite les postes de Loango et de Pointe-Noire, et enfin se rendit sur le Congo maritime, à Vivi, station principale de l'Association internationale du Congo. Il rencontra là sir Francis de Winton, administrateur général de l'Association, avec lequel il conclut un *modus vivendi* réglant les rapports des agents des deux missions. C'était en janvier 1885. A quelques semaines de là, un traité était signé à Paris, qui délimitait la sphère d'action de la France et de l'État du Congo.

M. de Brazza retourna à Loango, où il recruta trois cents indigènes. Un convoi de cent Loangos devait remonter le Niari et aller à Brazzaville. Un autre convoi de deux cents indigènes partit pour l'Ogooué avec le chef de la mission. Cette expédition devait ensuite gagner le Congo par l'Alima, aller à Brazzaville retrouver le convoi qui était allé directement de la côte au Congo, et revenir enfin à Loango par la vallée du Niari. Dans ces voyages de plusieurs milliers de kilomètres, il se fait entre indigènes des rapprochements qui ne peuvent que développer l'influence française.

Le 4 février 1885, M. de Brazza remontait l'Ogooué. Il arriva bientôt à Franceville. C'est là qu'il apprit la mort, à la station de Madiville, de M. de Lastours. Nous avons exposé

plus haut le rôle important que M. de Lastours a rempli en organisant les transports sur l'Ogooué : c'était une grande perte pour la mission. La direction du service fut remise aux mains de M. Fourneau.

Quelque temps après, M. de Brazza fut invité à revenir en France pour donner son avis sur la manière d'organiser la partie de l'Ouest africain qui nous appartient.

Le chef de la mission se hâta d'aller inspecter les postes de l'Alima et du haut Congo et de les ravitailler pour quelques mois. Il donna à ses agents ses dernières instructions et regagna rapidement le Gabon. De là il revint en France par la voie de Lisbonne. Il est aujourd'hui à Paris.

Tel est l'ensemble des travaux de la mission de l'ouest africain. Voici maintenant quelques détails sur ses travaux scientifiques. Au point de vue géographique, elle rapporte 4000^{km} de levés, comprenant le cours de l'Ogooué, de la côte de Franceville; l'itinéraire entre Franceville et Mayomba, œuvre du lieutenant de vaisseau Mizon; deux levés du cours de l'Alima; le cours du Congo entre Brazzaville et le poste des Oubandjis; l'itinéaire de Brazzaville à Loango par la rivière de Niari, travail dû à M. Dolisie; enfin, la reconnaissance partielle du vaste delta qui s'étend sur le Congo de l'embouchure de l'Alima à l'embouchure du Liboko-Oubandji.

Parmi les collections scientifiques recueillies par la mission, il y en a un certain nombre qui figurent à l'Exposition d'Anvers. La plus grande partie est en route pour la France.

Au point de vue financier, la mission disposait de deux crédits, l'un de 1275000^{fr}, l'autre de 870000^{fr}. Ces deux crédits ne sont pas entièrement épuisés et les postes de l'intérieur sont alimentés pour quelques mois. C'est un résultat qui a son importance, car, à un moment, la mission a été complètement désorganisée. M. Dufourcq a été alors chargé de procéder à la réorganisation d'une partie du personnel et de la reconstitution d'une partie du matériel.

La Société de Géographie prépare à M. de Brazza et à ses collaborateurs une réception chaleureuse. C'est avec un sentiment de joie patriotique que nous voyons revenir parmi nous le hardi explorateur qui a si largement justifié la confiance que le Parlement et le gouvernement lui avaient accordée. (*Le Temps.*)

Les travaux sous-marins de Hell-Gate, à New-York.

Note de M. L. SIMONIN.

Le samedi 10 octobre 1885, à $11^{h}13^{m}$ du matin, à l'heure de la marée haute, il a été tiré à la dynamite un ensemble de

mines sous-marines les plus formidables qui aient jamais été tirées.

Il s'agissait de faire disparaître l'écueil de *Hell-Gate* ou Porte-d'Enfer, s'étendant sur quatre hectares de superficie, et qui barrait la passe menant au port de New-York par la rivière de l'Est.

Cette passe raccourcit la route que les navires prenaient jusqu'alors, celle de *Sandy-Hook*, qui mène, par les *Narrows* ou les Étroits, dans la magnifique baie de New-York, où se jette le grand fleuve Hudson ou du Nord.

C'est en 1876, l'année du centenaire américain et de l'exposition internationale de Philadelphie, que ces travaux ont commencé, sous la direction du général Newton, chef du corps des ingénieurs.

En 1883, on fit disparaître, au moyen de 22680^{kg} de dynamite, un premier écueil, celui de *Hallett's-Point*, ce qui laissa là une première passe de 8^{m} de profondeur d'eau.

L'écueil de *Flood-Rock* ou Roche du Flot était autrement important que celui de Hallett's-Point et terrifiait les marins.

On l'a miné sur toute son étendue, en creusant un puits profond de 15^{m} au-dessous de l'eau, traversant le rocher jusqu'à sa base, et en outre on a creusé aussi 6^{km},500 de galeries, et foré en tout 45000 trous de mine, de 3^{m} de longueur chacun, au moyen d'un fleuret ou perforateur à air comprimé, travaillant cinq heures pour chaque trou.

On a extrait par le puits 60000^{mc} de roches. A la base du puits était une large chambre de 5^{m} de haut, et de là partaient des galeries, dont l'épaisseur au toit était seulement de 1^{m},50 à 3^{m},50, suivant les affleurements du rocher au-dessous du niveau de l'eau.

On a commencé au mois de juillet dernier à charger les trous de mine de leurs cartouches de dynamite.

Sur le seuil de chaque galerie, on avait établi un petit chemin de fer parcouru par des chevaux, pour amener au jour par le puits les débris de l'excavation.

Les mineurs qui travaillaient au fond étaient des mineurs venus des mines de cuivre et d'étain du Cornouailles, dont quelques-unes sont sous-marines, et portaient le chapeau de cuir dur, sur lequel est fichée la chandelle dans une boule d'argile. Ainsi devaient s'éclairer souterrainement les Cyclopes, d'où la fable de l'œil au milieu du front dont l'antiquité les a gratifiés.

Sur une surface de près d'un hectare, la poursuite des travaux a été compromise par d'abondantes infiltrations d'eau, et l'on a dû employer pour l'épuisement trois pompes à vapeur puissantes, installées le long du puits.

Chaque cartouche avait 0^{m},06 de diamètre, 0^{m},60 de long,

contenait 3^{kg} de dynamite et était munie d'une enveloppe cylindrique en cuivre rouge. En tout, on a employé 150000^{kg} de cet explosif.

Toutes ces cartouches étaient réunies par un réseau de fils électriques, dont la batterie était installée à Hallett's-Point.

Le coût de tous ces travaux a été de 3 millions de dollars ou 15 millions de francs.

L'explosion a eu lieu, comme on l'a dit, à 12^h23^m, le 10 octobre, en présence d'une foule compacte de spectateurs, tenus à une distance respectueuse par une brigade de quatre cent cinquante *policemen* et un détachement de troupes.

La mine a été allumée par la jeune fille du général Newton, comme M. de Lesseps avait fait allumer la première mine du canal de Panama par sa fille aînée Ferdinanda, appelée depuis Panama.

L'explosion n'a causé aucun dommage, bien qu'une partie des habitants occupant les maisons voisines aient cru devoir abandonner leurs demeures.

Le secrétaire du Ministre de la Guerre assistait à l'opération avec d'autres personnes notables.

Le choc a duré 40^s, s'est fait entendre très loin et, au bout de 2 minutes, tout s'est calmé.

Une colonne d'eau écumante, une espèce de geyser, s'est élevée à 60^m et une traînée de gaz enflammés a surgi.

Au-dessous de l'eau, se sont accumulés les déblais des roches pulvérisées (180000^{mc}) dont la drague a déjà commencé à débarrasser le fond de la rivière. La passe obtenue a 360^m de large et une profondeur de 8^m.

Les journaux de New-York discutent quelle est maintenant la meilleure route pour les steamers allant en Europe ou en revenant, celle de *Hell-Gate* ou celle de *Sandy-Hook*. Dans tous les cas, *Flood-Rock* a totalement disparu, comme avait déjà disparu *Hallett's Point*, et un chenal commode et sûr, assez profond pour les grands navires, a remplacé, dans ces parages de sinistre mémoire, la trop fameuse *Porte-d'Enfer*, qui ne vivra plus désormais que dans les récits des vieux New-Yorkais.

Les ingénieurs calculent que la charge de 150000^{kg} de dynamite qui a été employée à faire disparaître ces écueils a dégagé 46000^{mc} de gaz et serait capable de soulever une masse du poids de 1043280^{kg} à la hauteur de $0^m,30$, et que, si cette quantité de dynamite avait éclaté en plein air, elle aurait tué toute la population de l'île Manhattan, où est New-York, et à plusieurs milles à la ronde, en tout 2 à 3 millions d'individus, ce qui doit combler de joie les nihilistes russes et les fenians irlandais. Il est vrai que 150000^{kg} de dynamite, soit la charge d'un navire de 150 tonneaux, sont difficiles à trans-

porter en cachette et à faire éclater à l'insu de tout le monde.

Quoi qu'il en soit, le merveilleux travail sous-marin dont il vient d'être parlé est le plus étonnant de ce genre qui ait été accompli; c'est pourquoi nous avons tenu à le faire connaître aux lecteurs de cette *Revue*.

(*Revue scientifique.*)

La destruction des truites par les moustiques.

Un des collaborateurs au bulletin de la *Fish Commission* des États-Unis adresse le récit des faits suivants. Étant dans le Colorado, au bord d'une rivière, il remarqua quelques toutes jeunes truites, nageant dans un endroit très tranquille et très limpide. Au-dessus d'elles planait, à petite distance de l'eau, un essaim de moustiques. Les truites étaient fort petites, portant encore leur vésicule, et étaient presque transparentes. De temps en temps, l'une d'elles se dirigeait vers la surface, de façon que le sommet de sa tête fût au niveau de l'eau. A ce moment, un moustique se précipitait sur elle, la piquant à la région cérébrale : le poisson semblait hors d'état de fuir. Le moustique maintenait alors solidement sa victime, jusqu'à ce qu'il en eût extrait tous les liquides organiques; puis il lâchait la truite morte, qui s'en allait flottant ventre en l'air, à la dérive. Le témoin de cette singulière scène fut tellement étonné qu'il resta plus d'une demi-heure à surveiller truites et moustiques; pendant ce laps de temps, plus de vingt truites furent dépêchées de la même façon, et leurs cadavres ratatinés descendirent le long de la rivière. Le fait est curieux à noter, au point de vue de la pisciculture d'abord, mais surtout au point de vue de l'intelligence des moustiques, qui semblent avoir appris à attaquer, sinon le nœud vital — ils n'ont pas lu Flourens — du moins l'organe dont la lésion doit leur servir le plus, le cerveau. Cela rappelle les faits rapportés par Fabre relativement au sphex et à d'autres insectes (voir Romanes, *Évolution mentale chez les animaux*).

L'Association scientifique a reçu de M. Davanne la Conférence qu'il a faite le 22 juin 1885, à Chalon-sur-Saône, à l'occasion de l'inauguration de la statue de Nicéphore Niepce.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11852 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

29 NOVEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 296.

La vie au fond des mers (¹).

Par M. H. FILHOL.

Les lecteurs du *Bulletin* n'ont pas perdu le souvenir des importantes explorations sous-marines accomplies, successivement à bord du *Travailleur* et du *Talisman*, durant les années 1880, 1881, 1882, 1883, et ils se rappellent certainement encore l'exposition si intéressante, faite au Muséum de Paris, des animaux capturés durant ces campagnes scientifiques, jusqu'à des profondeurs de plus de 5000^m. Tout un monde animal possédant des caractères étranges, particuliers, varié dans ses formes, éclatant par les colorations de certains des individus qui le composent, s'est trouvé alors subitement, comme dans une féerie, exposé à nos regards. Depuis lors, les différents groupes de ces êtres ont été remis à divers naturalistes qui en font des études complètes, détaillées, devant accroître d'une manière considérable nos connaissances sur les premières organisations animales en même temps que sur la distribution et l'antiquité des êtres sous-marins. Ces ouvrages, possédant un caractère éminemment scientifique, étaient forcément destinés à être consultés et lus par un petit nombre de personnes, et il était à craindre que le public, si nombreux en France, qui s'intéresse à tout ce qui accroît les connaissances générales, n'eût pas entre les mains un ouvrage lui permettant de tirer profit de belles découvertes concernant les animaux existant au fond des mers, à plusieurs kilomètres de la surface. Nous sommes heureux de pouvoir annoncer que ces craintes ne se réaliseront pas et que, grâce à l'initiative de MM. Tissandier et Masson, il vient de paraître un livre d'une lecture facile, accompagné de très nombreuses figures

(¹) *La vie au fond des mers,* par M. H. Filhol. Bibliothèque de la *Nature,* Masson éditeur.

renfermant le résultat général des explorations sous-marines. Cet ouvrage est l'œuvre de M. H. Filhol, qui avait fait partie de la commission scientifique embarquée à bord du *Talisman* et qui avait été par conséquent à même d'assister à la découverte de populations semblant devoir éternellement échapper à nos regards. « L'abondance des êtres découverts, dit M. H. Filhol, la variété et l'élégance d'un très grand nombre de formes, constituent un spectacle surprenant et souvent admirable. Aussi j'ai pensé qu'il serait intéressant de faire connaître ces merveilles de la nature et j'ai écrit ce livre sur la vie au fond des mers.

» Je me suis surtout servi des documents réunis lors de la campagne du *Talisman*, sur les côtes du Maroc, dans les parages des Canaries, des Iles du Cap-Vert, des Açores, et, pour ce qui concerne la distribution générale des êtres sous-marins, je me suis reporté aux investigations faites durant la croisière du *Challenger* autour du monde.

» On trouvera figurés, avec beaucoup de soin, les types les plus curieux des habitants des abysses, intéressants à connaître par leurs formes étranges ou leurs singulières adaptations. Pendant longtemps on a cru que, la lumière ne devant pas s'étendre au fond des océans, s'il existait des animaux, dans les grandes profondeurs, ils devaient être décolorés. L'observation est venue montrer, au contraire, que les animaux des grands fonds étaient parés de couleurs aussi vives, aussi variées que le sont celles dont la nature a orné les animaux de surface. Afin de permettre de se faire une idée de la richesse de ces coloris, j'ai fait établir diverses planches sur lesquelles on verra représentés des animaux avec les teintes qu'ils possédaient au moment où ils ont été capturés. Les dessins qui m'ont servi pour ces compositions ont été exécutés avec un soin extrême, durant les campagnes du *Travailleur* et du *Talisman*, par M. A. Milne-Edwards, qui a bien voulu les mettre à ma disposition. »

M. H. Filhol a exposé tout particulièrement les conditions d'existence auxquelles sont soumis les êtres qui vivent sur les grands fonds. Il parle de la composition et de la température de l'eau de mer, et il indique comment on est arrivé à en recueillir des échantillons à toutes les profondeurs. Il insiste, d'une manière toute spéciale, sur l'égalité de température existant en divers points du globe, à de certains niveaux, entre les portions profondes des océans et les parties superficielles des mers arctiques et antarctiques, afin de montrer comment a dû s'effectuer le peuplement des abysses.

« D'où provient, dit-il à ce sujet, la faune des grandes profondeurs ; les espèces que nous rencontrons près de la surface, dans les régions froides ou tempérées sont-elles remontées

des grands fonds ou sont-ce leurs représentants qui sont descendus dans les abysses? D'après le résultat actuel des investigations sous-marines, nous pouvons sûrement répondre que la faune profonde est due à l'émigration des formes animales littorales. Seulement ces formes, à mesure qu'elles ont pénétré plus profondément dans les océans, ont rencontré des conditions de vie différentes. Certaines d'entre elles ont pu s'avancer très au loin sans se modifier; d'autres, au contraire, ont dû, pour pouvoir progresser, subir des adaptations toutes particulières, en un mot se transformer. L'aspect nouveau qu'elles ont ainsi revêtu, les a rendues tout à fait différentes des formes dont elles ont tiré leur origine, et il se pourrait que ces dernières persistassent encore sur nos côtes.

L'émigration des formes littorales vers les profondeurs s'est-elle faite seulement des régions froides arctiques ou antarctiques, ou bien a-t-elle eu lieu sur tous les points du globe à la fois? Certains zoologistes ont accepté la première manière de voir, mais, à l'heure actuelle, d'après ce que nous ont appris les explorations sous-marines, il semble démontré que le peuplement des abysses a dû s'effectuer par des animaux descendus de toutes parts des rivages de la mer ».

Les rayons lumineux semblent, d'après les expériences actuelles, être absorbés au bout d'un court trajet au sein des couches liquides, et il résulte de cette observation qu'une obscurité profonde doit régner à une distance assez faible de la surface. Cette supposition est confirmée par le fait qu'un certain nombre d'animaux remontés par la drague sont dépourvus d'organes de la vision. Chez ces êtres, comme chez ceux qui vivent au fond des cavernes, les yeux, n'ayant plus de rôle à remplir, s'atrophient. Mais, à côté de ces animaux, il en existe un très grand nombre qui sont doués d'appareils oculaires parfaitement constitués. L'existence d'yeux chez des êtres placés dans un milieu obscur paraît au premier abord impossible à comprendre. Ce fait trouve pourtant son explication lorsqu'on vient à reconnaître que les animaux des abysses sont susceptibles d'émettre de la lumière soit par la sécrétion d'un mucus recouvrant leur corps, soit par l'intermédiaire d'organes spéciaux de phosphorescence, de plaques. A propos des poissons, M. H. Filhol dit : « La phosphorescence que possèdent les poissons des grandes profondeurs doit leur servir, d'une part à se guider, d'autre part à attirer leur proie. Elle remplit pour eux, dans ce cas, le même effet qu'une torche entre les mains d'un pêcheur. Cette particularité a été notée depuis longtemps au sujet de poissons de surface chassant la nuit.

» Ainsi Bennet a fait connaître une espèce de requin remarquable par la phosphorescence d'un vert brillant qui se dégage de toute la partie inférieure de son corps. Ce savant zoolo-

giste porta un jour un individu de cette espèce, venant d'être capturé, dans une chambre qui fut immédiatement remplie de la lumière émise par le corps du poisson. Il est très probable que les différentes espèces de Requins existant seulement par des fonds de 1000^m à 2000^m doivent, comme le poisson dont parle Bennet, utiliser la lumière qu'ils répandent pour attirer et poursuivre ensuite les animaux dont ils se nourrissent.

» Il faut rapporter l'origine de ce mucus, possédant un pouvoir éclairant aussi vif, à la présence d'organes glandulaires répandus le long des flancs, de la queue, sous la tête, et enfin plus rarement sur le dos.

» Mais il existe, chez certains poissons, en dehors de ces follicules glanduleux, des appareils d'une tout autre nature servant à émettre également de la lumière.

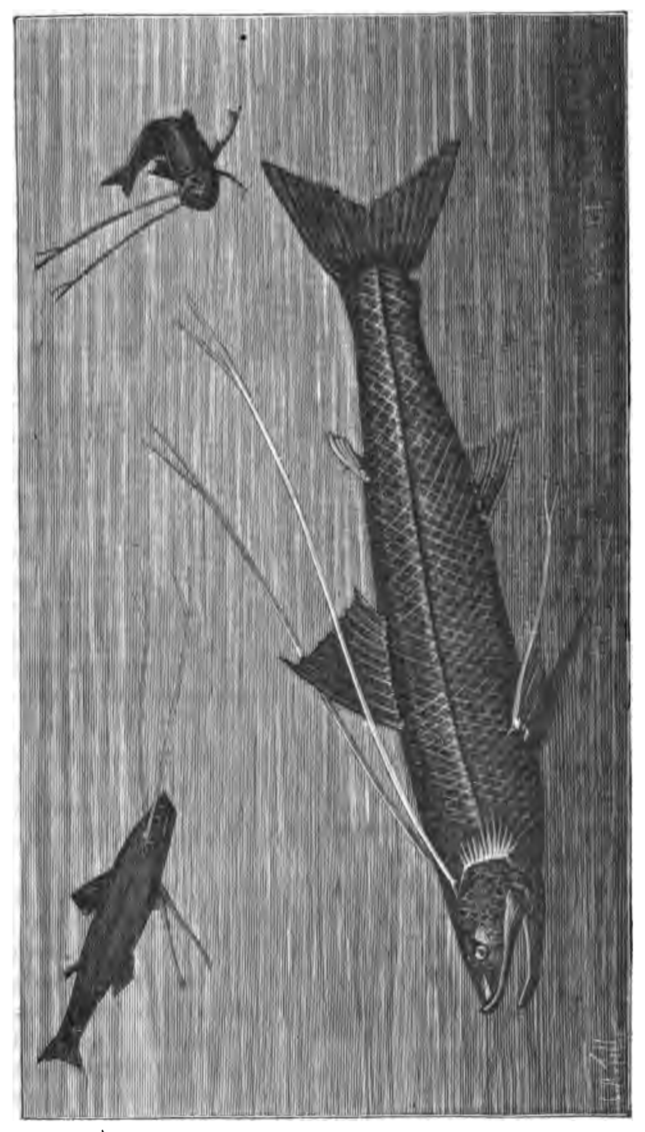
» Ces appareils se composent d'une sorte de lentille biconvexe, translucide, fermant en avant une chambre remplie de fluide transparent. Cette chambre est tapissée par une membrane de couleur noirâtre, composée de cellules hexagonales, rappelant beaucoup la membrane de l'œil appelée la *rétine*. Elle est en rapport avec des branches nerveuses. Les plaques phosphorescentes ainsi constituées sont placées soit au-dessous des yeux, soit sur les portions latérales du corps. Nous avons fait reproduire deux des poissons les plus singuliers possédant ce genre d'appareils. »

M. H. Filhol ajoute : « Il semblerait que, chez d'autres poissons, la propriété d'émettre de la lumière fût très atténuée ou qu'elle fît même complètement défaut. Le sens de la vue, dans ce dernier cas, ne serait excité que lors de la rencontre d'un animal transformé en une véritable source lumineuse.

» Le *Bathypterois longipes* (Gouth.) paraît être dans ce dernier cas. Chez ce poisson (*voyez* la figure), abondant dans les grands fonds de l'océan Atlantique nord à partir de 800^m jusqu'à 1500^m, on ne trouve en aucun point du corps de plaques phosphorescentes, et le système de glandes donnant naissance à une sécrétion lumineuse n'est pas développé. Les yeux sont, d'autre part, extrêmement petits par rapport à la taille du poisson, et par conséquent nullement comparables à ceux du *Stomias boa* dont nous avons parlé. En tenant compte de cette organisation relativement inférieure à celle des autres poissons des abîmes, il semblerait que le *Bathypterois longipes* dût rencontrer de grandes difficultés à assurer son existence au milieu de l'obscurité profonde régnant autour de lui. Mais heureusement la nature est venue à son secours en adaptant d'une manière spéciale une partie de son organisme à ces conditions biologiques toutes spéciales.

» Lorsqu'on examine un de ces poissons, on est surpris

de la forme et de la disposition de la première paire de nageoires. Chez les poissons ordinaires, nous voyons que cet organe de locomotion est composé de différents rayons réunis



Bathypterois longipes (Günth). — $\frac{2}{3}$ de grandeur naturelle (1900m de profondeur).

entre eux de manière à constituer une rame destinée à frapper l'eau. Sur le *Bathypterois longipes,* il n'en est pas ainsi. La nageoire antérieure se compose tout à fait en avant d'un très long rayon, complètement indépendant du restant des

autres rayons. En présence de ce développement extraordinaire du premier élément de la rame pectorale, on se demande à quel besoin, à quelle fonction il peut bien correspondre. En étudiant de près le mode d'articulation de cet appendice, on ne tarde pas à voir qu'il est disposé de manière à permettre un rabattement complet sur la partie antérieure du corps, et alors on saisit le genre de modification qui s'est accomplie sur ce poisson des grands fonds. Une partie de la nageoire a été détournée de ses fonctions et elle est venue constituer un organe d'exploration. Lorsque le *Bathypterois longipes* s'avance au milieu de l'obscurité profonde, il porte en avant ces deux longs tentacules, ces sortes d'antennes, il tâte avec elles, et les sensations qu'elles lui transmettent l'avertissent de la présence d'une proie à prendre ou d'un ennemi redoutable qu'il lui faut s'empresser de fuir. Il doit également s'en servir pour explorer la vase et y découvrir des vers, des annélides qui y vivent enfouis. »

M. H. Filhol fait connaître tour à tour les différentes particularités des organismes de grands fonds et il indique, à différents moments de son récit, l'aspect particulier que doit posséder le fond de la mer au point où a été capturé l'animal dont il nous entretient. Ainsi, en parlant de crustacés très particuliers par leurs formes, des Lithodes, M. H. Filhol dit : « Les Lithodes n'avaient été signalées que près de la surface, dans les mers des pôles nord et sud. Nous les avons trouvées sous les tropiques. Seulement, là où nous les avons pêchées, elles avaient quitté les faibles profondeurs pour aller vivre à 1000^m, rencontrant en ce point les conditions de température nécessaires à leur existence. Certaines espèces passent donc en dessous de l'équateur, peuplant à la fois les hémisphères nord et sud. Ce sont ces différents faits qui dévoilent certaines des conditions suivant lesquelles des formes animales se sont étendues des couches superficielles aux couches profondes des océans.

» J'ai fait représenter une des Lithodes recueillies durant le cours du voyage du *Talisman*. C'est certainement un être bien étrange parmi ceux qui vivent au fond de l'Atlantique nord. Elle possède une couleur rouge clair; sa carapace est hérissée d'épines très fortes et très allongées. Les bras, les jambes sont également épineux. Par quelque côté qu'on cherche à saisir cette bête, on se pique cruellement. Ainsi protégé, imprenable, le *Lithodes ferox* doit être la terreur des fonds sur lesquels il vit. Nous l'avons pris par 930^m, dans des eaux ayant à peine 7° C., et où la vie abonde. Rien ne saurait donner une idée de la beauté et de la variété des formes animales peuplant cette partie du fond de l'Atlantique. Le chalut, qui avait été envoyé deux fois dans cette même

région, est revenu rempli d'animaux aux couleurs éclatantes. Les poissons étaient représentés par diverses espèces de *Macrurus* et par les rouges Rascasses, si estimées des pêcheurs marseillais pour faire la bouillabaisse. De grandes crevettes, des *Heterocarpus*, des *Gnatophausia*, des *Pantachelles*, également d'une teinte rouge plus ou moins foncée ou rosée, se montraient en nombre considérable. De grands oursins mous, des *Calveria*, des *Phormosoma*, à l'enveloppe formée de plaques articulées les unes avec les autres, d'une teinte brique ou violacée, étaient mélangés à de belles étoiles de mer, des *Zoroaster*, des *Ophiures*. Puis c'étaient des coquilles, des Marginelles, de longs Dentales en forme de cornets, enfin de magnifiques Anémones de mer, des Actinies bivalves d'un violet tendre. Ces derniers animaux, qui, lorsque leurs tentacules sont épanouis, apparaissent comme autant de fleurs, sont tellement nombreux qu'en une seule fois nous en avons trouvé 256 dans notre filet. Mélangés à eux, on apercevait quelques polypiers délicats, des *Stephanotrochus*, des *Flabellum*, véritables bijoux de la mer ».

Les passages que nous venons d'emprunter à l'ouvrage de M. H. Filhol permettent de se rendre compte de l'idée qui a guidé cet auteur. Il nous a indiqué quels étaient les résultats obtenus par les explorations sous-marines du *Travailleur* et du *Talisman* et il nous a fait connaître, en se reportant aux campagnes de dragage exécutées, d'après les ordres de différents gouvernements étrangers, sur divers points du globe, le mode de distribution des êtres dans les océans.

Expérience entreprise pour déterminer la direction des courants de l'Atlantique;

Par S. A. le Prince Albert de MONACO.

On admet généralement aujourd'hui que le courant du golfe ne fait pas sentir son influence au delà du 40e degré de latitude nord, et qu'une nappe distincte beaucoup plus étendue, beaucoup plus lente dans son mouvement, sollicitée vers le nord-est par son poids spécifique et les vents dominants, vient échauffer la côte européenne.

D'autre part, certains faits connus de flottage (bouteille du Herder, bouteille de l'Himalaya, renseignements personnels) semblent montrer que, vers le 50e degré de latitude environ, les courants de surface de l'Atlantique suivent une direction sensiblement parallèle à l'Équateur.

C'est dans l'espoir d'apporter peut-être une certaine lumière dans l'histoire de ce courant que l'expérience suivante a été

faite. J'exposerai d'abord les circonstances qui l'ont amenée.

M. Pouchet reçut, il y a quelque temps, du Conseil municipal de Paris, une somme pour un voyage ou des acquisitions scientifiques aux Açores. Exécuter une grande expérience, dont le courant du golfe serait l'objet, parut aussitôt à M. Pouchet la meilleure façon d'utiliser cette somme; il s'agissait de jeter à la mer, dans la région nord-ouest des Açores, un certain nombre de flotteurs. Mais la difficulté de gagner ces parages, avec un but aussi spécial, avait jusqu'alors retardé l'exécution du projet. J'eus connaissance de la question, à la veille d'entreprendre, avec ma goëlette à voiles *l'Hirondelle*, une campagne dans l'Atlantique, où j'allais faire des recherches bien différentes. Il fut aussitôt convenu que, modifiant ma route suivant le nécessaire, je me chargerais de l'expérience.

Ces flotteurs sont de trois catégories :

1° Dix sphères en cuivre rouge, de $0^m,30$ de diamètre, formées de deux hémisphères rapprochés et vissés sur un joint en caoutchouc au moyen d'écrous très apparents, qui donneront au destinataire éventuel l'idée de les ouvrir.

2° Vingt barils de 19^{lit}, fabriqués à Tantonville, sur le modèle de ceux qu'on emploie pour le transport de la bière, à douves très fortes, cerclés de fer, goudronnés intérieurement. Pour fixer l'attention et attirer les recherches des personnes qui pourront les trouver et qui les auront ouverts, ils ont été remplis de balle d'avoine.

3° Cent cinquante bouteilles ordinaires fermées par un bouchon de choix, coiffé d'un gant en caoutchouc.

Chaque flotteur contient un imprimé ainsi conçu :

Dans le but d'étudier les courants de la mer, avec l'aide du Conseil municipal de la ville de Paris, ce papier a été jeté à la mer par les soins de S. A. le Prince héréditaire de Monaco, à bord de son yacht *l'Hirondelle* et en sa présence. Toute personne qui trouvera ce papier est priée de le faire parvenir aux autorités de son pays, pour être transmis au Gouvernement français, en indiquant, avec le plus de détails possible, le lieu, la date et les circonstances où ce papier aura été retrouvé.

Signé : Albert, Prince héréditaire de Monaco;
G. Pouchet, Professeur au Muséum de Paris.

Suit une réduction sommaire de cet avis, reproduite en russe, norwégien, danois, anglais, allemand, hollandais, espagnol, portugais et maugrebin. Chaque imprimé, qui porte un numéro d'ordre, est détaché d'un carnet à souches, pour que l'authenticité puisse au besoin en être constatée; il est, de

plus, inclus dans un tube de verre fort soudé à la lampe, qui le conservera indéfiniment. Ce document est roulé sur lui-même, de telle sorte que, sans briser le tube, on puisse lire son numéro et voir qu'il est polyglotte.

La fermeture des sphères de cuivre et des barils a été faite avec le plus grand soin, par l'arsenal de Lorient, auquel M. le Ministre de la Marine avait bien voulu envoyer des ordres.

Il eût été désirable de constituer d'avance aux sphères métalliques et aux barils un poids spécifique de peu supérieur à celui de l'eau de mer, pour éviter l'action du vent; mais, comme il fallait compter avec une immersion de plusieurs mois (six au moins, d'après les faits connus), on devait craindre que l'imbibition du bois, les infiltrations possibles, les productions animales calcaires vinssent augmenter la densité du système et le faire couler. Nous croyons avoir paré dans une certaine mesure à ce mal, en laissant aux sphères métalliques un excès de force ascensionnelle, contrebalancé par un lest temporaire appliqué également aux barils. C'est, pour ceux-ci, un fragment de gueuse retenu extérieurement par une anse en fil de fer, à deux cerceaux de bois. Pour les flotteurs métalliques, c'est un sac de jute, où la sphère est enfermée au-dessus d'une poche remplie de sable. Nous avons estimé qu'ayant plusieurs mois de séjour à la mer, le fil de fer, les cerceaux de bois, le jute des sacs seront usés, mangés, que la gueuse et le sable couleront, allégeant le flotteur et lui permettant de surnager longtemps encore, malgré l'augmentation de poids qu'il aura pu prendre lui-même.

Les trois catégories de flotteurs ont été lancées par-dessus bord, du 27 au 28 juillet de cette année. L'opération, commencée vers un point situé à 110 milles au nord-ouest de Corvo, la plus occidentale des Açores, s'est poursuivie dans le N. 14° O. de ce point sur une longueur de 170 milles. Les flotteurs ont été espacés de mille en mille, de deux en deux milles ou de demi en demi-mille, suivant leur nature, mais très régulièrement. Tout se terminait en un jour et un quart ($31^h 33^m$), et je puis ajouter que l'équipage entier de l'*Hirondelle* a mis beaucoup de zèle, d'intelligence même, dans l'exécution de l'entreprise.

Si quelqu'un de ces flotteurs gagne la côte d'Europe, ce qui est probable, s'il parvient aux mains d'une personne éclairée, ce qui est plus difficile, nos prévisions sont que ce double succès se produira entre le 40e et le 50e degré de latitude nord. S'ils devaient tous disparaître, nous ne regretterions pas d'avoir risqué une expérience que nous croyons importante. En tous cas, la précaution prise, d'enfermer le document écrit dans un tube de verre scellé à la lampe, assure

pour une durée plusieurs fois séculaire l'existence de ce parchemin. Il serait donc possible à la rigueur que, dans un temps éloigné, un de ces tubes fût retrouvé sur quelque plage lointaine ou peu explorée.

J'ai en conséquence l'honneur de joindre à cette Note, au nom de M. Pouchet et au mien, pour être déposés dans les Archives de l'Académie des Sciences :

1° Un modèle du document contenu dans les flotteurs;
2° Un tube de verre scellé, renfermant un de ces documents;
3° Un baril et une sphère de cuivre munis de leur lest.

La précédente Note était rédigée lorsqu'un premier résultat vient de nous surprendre. Le télégraphe m'annonce, de Lisbonne, que deux des flotteurs ont été recueillis, le 19 septembre, aux Açores, près de l'île de San Miguel.

Ils auraient donc employé cinquante-deux jours à parcourir 420 milles suivant la direction du S. 49° E., si l'on admet qu'ils aient été recueillis au moment de leur arrivée sur la côte. Toutefois nous attendons, pour établir définitivement ce résultat, la vue des deux documents et la constatation de leur identité.

P. S. — Un troisième flotteur a été recueilli, le 16 octobre, au sud de l'île Sainte-Marie (Açores).

Le fond du lac de Genève.

Le 2 avril 1869, M. le professeur F.-A. Forel, sondant le lac par 40^{m} de fond, en face de Morges, rapporta quelques parcelles de limon qui renfermaient une petite larve de ver. Cet être vivant, tiré des profondeurs, fut une révélation pour notre savant compatriote : il eut tout de suite la vision très nette d'une multitude d'existences non encore soupçonnées et se donna pour tâche de nous les faire connaître.

Tel a été le point de départ d'une série de travaux extrêmement variés, publiés dans les *Bulletins de la Société vaudoise des sciences naturelles* de ces quinze dernières années, sous le titre de *Matériaux pour servir à l'histoire de la faune profonde du lac Léman* et auxquels la Société helvétique des sciences naturelles a décerné l'an passé le prix Schäfli (1).

Dès le début, M. Forel a envisagé les choses à un point de vue élevé. « Nous sommes en présence, disait-il dans un Mé-

(1) F.-A. Forel, *La faune profonde des lacs suisses*. 1 vol. in-4°. Extrait des *Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, 1885. Georg, édit.

moire de 1874, nous sommes en présence d'un fait général, la vie dans les profondeurs du lac, nous découvrons une faune nouvelle, la *faune profonde* des lacs d'eau douce. Nous aspirons à étudier ce fait, à étudier cette faune d'une manière générale. Notre idéal serait de ne pas nous borner à la simple description des formes, mais de chercher à comprendre comment les formes sont en rapport avec le milieu, comment les formes pélagiques et littorales se sont transformées en formes profondes; notre vœu serait de déterminer l'effet de l'habitat dans les grands fonds des lacs d'eau douce, sur la morphologie et la physiologie des animaux et des plantes. »

Le nombre des questions soulevées par un tel programme était trop grand pour qu'elles fussent résolues par un seul homme. Aussi M. Forel a-t-il su s'entourer de collaborateurs dont plusieurs sont des spécialistes très distingués; le principal d'entre eux, M. le professeur G. Du Plessis, de Lausanne, auquel nous devons la détermination d'un grand nombre d'animaux et qui finalement a dressé le tableau [1] des espèces positives constituant la faune profonde, a partagé, et c'était justice, l'honneur décerné par la Société helvétique.

Nous allons, à la suite de ces savants, jeter un petit coup d'œil dans le fond du lac.

Par 200m ou 300m de profondeur, c'est un milieu parfaitement obscur, à température constante d'environ + 5°, qui ne connaît, par conséquent, ni les fluctuations du jour et de la nuit, ni celles des saisons; la pression, augmentant d'une atmosphère à chaque 10m, y est considérable, le calme et le silence absolus, car l'agitation provoquée par des vagues de 1m à 1m,50 d'élévation, qui sont les plus grandes qu'on ait constatées jusqu'ici, est déjà à peine sensible à la profondeur de 5m ou 6m.

Le plancher du lac est recouvert d'une épaisse couche d'un limon marno-argileux extrêmement fin, sur lequel se rencontre, jusqu'à peu près 100m de fond, une seconde couche plus mince que M. Forel a décrite sous le nom de *feutre organique*. Celle-ci, d'aspect velouté et de couleur brunâtre, se détache ci et là spontanément sous forme d'écailles; elle renferme, au sein d'une masse fondamentale mucilagineuse, un nombre immense de Palmellacées, d'Oscillariées, de Diatomées et autres plantes inférieures qui, sous le rapport des gaz respiratoires, doivent jouer un rôle antagoniste à celui des animaux.

Mais, où la lumière ne pénètre plus, le feutre organique disparaît; dans les grands fonds l'alimentation est exclusivement animale, les êtres qui y vivent doivent s'entre-dévorer.

---

(1) G. Du Plessis-Gouret, *Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse*. Broch. in-4°. Georg, éditeur. Août 1885.

Malgré cet ensemble de conditions, qui ne paraissent guère propices à une grande extension de vie, la faune est riche et abondante dans ce limon. Il est rare qu'un coup de drague ne ramène pas à la surface quelques dizaines de créatures. Tous les embranchements, sauf celui des Échinodermes, y sont représentés et si, contrairement à celui des individus qui s'y ébattent par millions, le nombre des espèces (environ 90) y est peu considérable, on peut cependant s'étonner d'une telle variété de types.

Les animaux de la faune profonde sont en général plus petits que ceux des espèces voisines vivant sur les bords; ils sont plus opaques que dans la faune pélagique et rarement colorés. En outre, ils nagent mal et sont dépourvus d'organes de fixation, résultat évident du calme de l'eau qui n'est pas fait pour développer leur appareil locomoteur.

Quelques-uns d'entre eux présentent des traits particuliers d'adaptation. L'un des plus remarquables est la petitesse des yeux ou leur absence totale chez certaines espèces de vers ou de crustacés. Cela n'a rien d'étonnant pour qui connaît la faune aveugle des cavernes. Dans l'obscurité, un animal n'a que faire de ses yeux et, obéissant à une loi générale applicable à tous les organes sans exception, ceux-ci s'atrophient par défaut d'usage.

Mais ce qu'il y a de curieux dans le lac, c'est qu'à une même profondeur et pour une même espèce, on rencontre, à côté de sujets complètement aveugles, des individus dont les yeux sont normaux; qu'il existe à 300^{m} de fond des animaux oculés, tandis qu'à 30^{m}, où la lumière pénètre encore, il y en a qui ont perdu la vue. M. Du Plessis explique ainsi ces faits contradictoires qui ont frappé déjà les observateurs de la faune profonde marine ou de celle des puits privés de lumière. Il faut admettre, selon lui, une émigration déjà très ancienne et durant continuellement, allant des régions littorale et pélagique à la zone profonde. « Alors les espèces émigrées dans les temps les plus rapprochés de nous n'ont pas encore perdu les yeux, grâce à la persévérance de l'*hérédité conservatrice*. Au contraire, ces organes ont fini par disparaître chez les plus anciens transfuges et ceux-ci, *encore par hérédité,* fournissent des descendants parfaitement aveugles, même dans des régions où la lumière pénètre encore. »

Parmi les singularités du même ordre, on peut signaler aussi les organes respiratoires (trachées et poumons) des larves d'insectes et des limnées ou escargots d'eau. Au lieu de contenir de l'air, comme c'est le cas chez les individus de la surface, ces organes sont remplis d'eau. Il y a sur ce sujet une foule d'observations curieuses dans le Mémoire de M. Forel

qui a montré d'ailleurs que les animaux qui sont l'objet de pareilles modifications ne paraissent pas en souffrir.

Tout cela et beaucoup d'autres détails que je ne puis citer ici donnent un grand intérêt aux explorations dans le fond du lac; chaque coup de sonde ménage une surprise nouvelle, quelque habitant bizarre par sa forme ou ses fonctions. Plusieurs espèces inconnues en ont été tirées, et ont été enregistrées dans nos catalogues. C'est le cas de certaines petites araignées du groupe des Hydrachnides, minutieusement décrites par l'illustre médecin Lebert, mort depuis quelques années, et par le Dr G. Haller, de Berne; c'est le cas aussi de quelques crustacés sur lesquels MM. Aloïs Humbert, H. Vernet et H. Blanc ont publié des monographies fort complètes, comme l'a fait également M. Du Plessis pour quelques vers turbellaires.

Mais d'où provient cette population obscure, quelle est l'origine de cette faune profonde?

Chacun sait que la Suisse a été recouverte par les glaciers à une époque géologique relativement voisine de la nôtre; des masses énormes de glace s'étendaient sur toute la plaine des Alpes du Jura. A l'exception, par conséquent, des cimes élevées des Alpes qui s'élançaient au-dessus du niveau de cette mer de glace et qui peut-être donnaient encore asile à quelques êtres vivants, toute la population animale et végétale de nos contrées a dû émigrer ou a été détruite pendant l'époque glaciaire. M. Forel admet bien avec beaucoup de naturalistes l'existence en Suisse de lacs préglaciaires; il croit aussi que ces lacs possédaient, comme ceux d'aujourd'hui, une faune littorale, une faune pélagique et une faune profonde, mais les faunes actuelles ne peuvent être, selon lui, la continuation de ces faunes anciennes. « On doit admettre, dit-il, qu'au moment de l'extension maximale des glaciers, une calotte de glace de plus de 1300m d'épaisseur remplissait le bassin de notre lac. Cet énorme culot de glace écrasait tout, broyait tout. Tous les habitants de nos lacs de plaine ont dû disparaitre sous le puissant manteau de glace qui les opprimait. »

La faune profonde, dont il est question ici, doit donc être de formation récente, et comme les bassins lacustres n'ont de communication entre eux que par les eaux superficielles, elle doit s'être constituée sur place aux dépens des faunes littorales. C'est pour échapper à la concurrence vitale, devenue intense sur les bords, que certains individus ont probablement passé peu à peu de la rive jusqu'aux plus grandes profondeurs, y établissant leur progéniture qui, de génération en génération, s'adaptait davantage aux conditions particulières de ces régions. Mais, à côté de ces migrations actives, il y a eu sans doute aussi des migrations passives, accomplies de différentes

manières : transport par les poissons, par les courants d'eau, etc. Et ces migrations continuent de nos jours, en sorte que la faune profonde ne peut que s'enrichir. Nous savons par les dragages de M. Forel lui-même, ainsi que par ceux de MM. Asper et Imhof, à Zurich, qu'elle existe dans les autres lacs de la Suisse et des pays voisins.

Partout les mêmes conditions ont conduit aux mêmes résultats, et d'une manière générale on peut dire que les faunes profondes des différents lacs présentent de grandes analogies.

[*Journal de Genève* (extrait)].

Les tremblements de terre de Nicolosi (Sicile).

Depuis le 25 septembre 1885, la ville de Nicolosi, qui est située à 700^m d'altitude sur le flanc méridional de l'Etna et qui compte environ 5000 habitants, est devenue le centre de secousses sismiques; ces tremblements de terre ont considérablement endommagé les constructions; ils ne manqueraient pas d'amener la destruction complète du village s'ils devaient continuer longtemps. Nous résumerons ici l'histoire de ces phénomènes géologiques d'après une intéressante Note que l'éminent vulcanologue M. O. Silvestri a eu l'obligeance de nous communiquer.

Au mois de juillet dernier, le cratère central de l'Etna a émis par intermittence des vapeurs et des cendres qui ont été accompagnées par des phénomènes volcaniques secondaires dans la région phlégréenne méridionale de la Sicile. L'émission des cendres et des vapeurs a été précédée et suivie par de légères secousses sismiques ressenties çà et là dans diverses localités des versants du volcan; les plus sensibles ont été signalées le 24 juillet à Nicolosi et Belpasso, et le 30 à Biancavilla et Bronte. Pendant le mois d'août, ces manifestations ont continué avec un caractère de décroissance progressive et avec une intensité tour à tour minima et maxima selon les changements atmosphériques. Le 15 septembre, le baromètre à Catane indiquait une pression de $770^{mm},9$ (réduite à $0°$ et au niveau de la mer), qui est supérieure de $8^{mm},4$ à la moyenne annuelle de Catane; le cratère central de l'Etna cessa d'émettre des vapeurs. Après cet état de calme, le 25 septembre, à la suite d'une diminution de pression atmosphérique de $0^m,005$ à $0^m,006$, à $8^h 5^m$ du matin, une forte secousse de tremblement de terre a été ressentie à Nicolosi. Elle a consisté en un choc violent auquel ont succédé des vibrations d'abord sussultoires, ensuite ondulatoires, qui se sont propagées circulairement à petite distance. Le phénomène géodynamique a été à

peine appréciable à une certaine distance de Nicolosi. Les instruments sismiques à Catane n'ont donné signe d'aucune perturbation au moment du tremblement de terre de Nicolosi; mais ils ont indiqué une perturbation sensible une demi-heure après, et le jour précédent, le 24, à 8h du matin, ils indiquaient un mouvemeut extraordinaire qui a continué une heure environ. Les dégâts causés par le choc souterrain dans les maisons de Nicolosi démontrent que ce village a été le centre de la secousse. Les maisons, même celles de construction solide, ont été endommagées, leurs murs et leurs plafonds s'étant lézardés. Le 26 septembre, à 9h du matin, a eu lieu une autre secousse ondulatoire moins violente, et le jour suivant, à 6h55m, un choc de faible intensité s'est fait sentir.

Le 2 octobre, à 3h30m du matin, une secousse violente a causé de nouveaux dégâts : la population était au comble de l'épouvante; plusieurs habitants s'enfuirent et la plupart erraient consternés dans les rues. Des secours ont été envoyés par les autorités de Catane. Heureusement on n'a pas eu à signaler de victimes, mais des maisons ont été détruites, et de grands dégâts ont été produits dans cette ville qui a tant souffert des tremblements de terre de 1883 ([1]). Quelques rues, même bien pavées, sont traversées par des fissures. Actuellement, des troupes et des ingénieurs ont été envoyés par les autorités de Catane pour abattre les maisons qui menacent ruine, et pour construire des cabanes de bois dans le but d'abriter les familles restées sans asile.

Les pêches maritimes en 1884.

Le *Journal officiel* publie le rapport de M. le commissaire général Giraud, directeur des services administratifs au Ministère de la Marine, sur les résultats de la pêche maritime en 1884, en France et Algérie.

En France, 87179 hommes, montant 23920 navires ou bateaux jaugeant ensemble 162467 tonneaux, ont pris part aux opérations de pêche; la valeur des produits en argent s'est élevée à 87 millions 961124fr, en diminution de 19 millions 265797fr sur l'année 1883, bien que 4855 hommes de plus aient figuré l'an dernier sur les rôles d'équipage.

L'administration estime que cette énorme diminution a pour cause principale l'avilissement des prix, pour la morue et le hareng, résultant de l'épidémie de choléra qui a sévi en 1884 dans le midi de la France, et des entraves apportées au commerce de nos ports méditerranéens et de ceux d'Espagne.

([1]) Voyez la *Nature* du 14 avril 1883 et du 31 octobre 1885.

A l'inspection des tableaux, on constate qu'en 1884 on a pêché environ 2 millions de kilogrammes de morue, et 9 millions de kilogrammes de hareng de plus qu'en 1883, mais la sardine et les huîtres ont été en grande diminution. A Terre-Neuve, la pêche a été très abondante; en Islande, elle a laissé beaucoup à désirer. Pour le hareng, les prises ont été très abondantes, mais malheureusement, les stocks de l'année précédente étant loin d'être écoulés, la plus grande partie de la pêche n'a pas trouvé d'acquéreurs et a dû être livrée à l'agriculture pour servir d'engrais.

Quant à la sardine, dont la pêche est pratiquée surtout sur le littoral ouest de la France, elle n'a fait que de courtes et rares apparitions sur nos côtes.

La pêche du poisson frais a produit, en 1884, 671303^{fr} de plus qu'en 1883 (36497598^{fr} au lieu de 35826295^{fr}) bien qu'il ait été pêché environ 600000^{kg} de moins qu'en l'année précédente. De ce côté, les prix ont été rémunérateurs. La diminution dans le produit de la vente des huîtres n'a d'autre cause que l'épidémie du choléra, qui a arrêté les expéditions et amené un ralentissement sensible dans les transactions commerciales dans la Méditerranée.

En Algérie, la pêche a été pratiquée par 4064 marins, montant 1060 bateaux d'une jauge totale de 3587 tonneaux. La valeur en argent des produits, qui s'est élevée au chiffre de 3757390^{fr}, présente une diminution de 71878^{fr} sur l'année 1883. Ce sont les quartiers d'Oran et de la Calle qui ont été les plus malheureux; ceux d'Alger et de Bône donnent une augmentation.

La pêche du corail, en Algérie, perd chaque jour de son importance, ce qu'il faut attribuer autant à l'épuisement des bancs qu'à la concurrence que fait à l'Algérie l'exploitation d'un banc découvert sur la côte de Sicile, qui retient en Italie les corailliers de ce pays qui venaient tous les ans pêcher sur le littoral algérien.

En résumé, l'industrie de la pêche a été très éprouvée en 1884, car le chiffre des produits en argent a diminué de plus d'un cinquième comparativement à l'année précédente. Il faut attribuer cette crise : 1° à l'épidémie cholérique; 2° à la rareté de la sardine sur nos côtes ouest de France. Aussi la misère a été grande chez les pêcheurs; seuls, ceux qui pratiquent la pêche du poisson frais n'ont pas eu trop à se plaindre.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

6 DÉCEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 297.

Note sur la combe de Péguère, près Cauterets (Hautes-Pyrénées);

Par M. DEMONTZEY,
Inspecteur des forêts.

La station thermale de Cauterets, l'une des plus importantes des Pyrénées, est située dans une vallée secondaire du gave de Pau, à une altitude de 924^m au-dessus de la mer, au fond d'une gorge, d'aspect étrangement sauvage, enserrée par des montagnes abruptes qui s'élèvent par escarpements successifs avec intervalles garnis de bois ou de gazon. Les principaux établissements et les habitations sont bâtis au pied du versant nord du pic de Péguère, dont le sommet (2200^m) les domine d'une hauteur d'environ 1300^m.

A une distance de 2^{km} en amont dans la direction nord-sud, on rencontre, le long du versant est du Péguère, le groupe des thermes les plus fréquentés de Cauterets, la source si renommée de la Raillère, puis celles du Mauhourat, du Petit-Saint-Sauveur et du Pré.

Entre les deux premières, se dresse un vaste cône d'éboulis, formé par une agglomération de blocs dont les dimensions, gigantesques à sa base, vont en diminuant graduellement à mesure que l'on approche de son sommet, où elles se réduisent à celles de petits moellons ordinaires. Ce cône est dominé par un escarpement, d'une hauteur de 200^m, à parois rocheuses presque verticales, dont l'arête supérieure (1400^m d'altitude), presque horizontale, forme le débouché d'un vaste couloir, véritable canal d'écoulement des blocs, d'une largeur moyenne de 150^m, à fond rocheux, le plus souvent sans berges et à profil en travers généralement plat et parfois même convexe vers le ciel. Les pentes y varient de 70 à 80 pour 100, et la différence de niveau des points extrêmes atteint 400^m.

A partir de la cote 1800^m, le couloir fait place à une combe, creusée dans la roche vive, dont le point culminant atteint

2030^{m}. Son profil en long va se redressant de plus en plus vers l'amont et présente une pente moyenne de 100 pour 100; la hauteur des berges varie de 10^{m} à 50^{m}, et la surface totale de la plaie vive ne dépasse pas 2^{hect},50 en projection horizontale.

Le pic de Péguère, tout entier composé de roche granitique, présente cette particularité, commune d'ailleurs à toutes les montagnes voisines du même massif, que, sur les crêtes, la roche est disloquée en tous sens parfois à d'assez grandes profondeurs. Les berges vives de la combe en donnent une preuve frappante; elles sont formées de blocs de toutes dimensions et à arêtes vives, produits par la dislocation de la roche primitive, présentant entre eux des vides plus ou moins grands, garnis de terre sablonneuse et placés dans un état d'instabilité des plus menaçants. La moindre commotion, le plus léger effort, l'action seule de la pesanteur peut déterminer un éboulement dans ces berges, mais c'est surtout à l'eau qu'on doit attribuer les fortes débâcles. En hiver, elle s'infiltre en abondance dans les innombrables fissures de la roche, s'y congèle et la fait éclater en tous sens; au printemps, au moment d'une fonte subite de neige ou de grosses pluies persistantes, les sables terreux qui garnissent les intervalles des blocs sont entraînés par les eaux, et l'équilibre instable une fois rompu, la débâcle se produit avec tous les caractères du transport en *masse*. Les blocs mis en mouvement se précipitent par immenses bonds, sur ces pentes rocheuses et presque lisses de 80 à 100 pour 100, se brisent dans leur course désordonnée et mitraillent parfois de leurs débris l'établissement de la Raillère ou celui de Mauhourat. Cette plaie hideuse tend à s'étendre de plus en plus, et ne tarderait pas à compromettre la sécurité de la ville même de Cauterets, si des mesures promptes et énergiques n'étaient pas prises pour conjurer un pareil danger.

La combe de Péguère n'est évidemment pas de formation récente. Dans toute cette région montagneuse on trouve de vieux cônes d'éboulis entièrement semblables, surmontés d'anciennes combes, à pentes tout aussi fortes, creusées dans des sols tout à fait identiques et cependant absolument inoffensives aujourd'hui. L'observation indique immédiatement que cette innocuité tient exclusivement à la présence de la végétation ligneuse et herbacée, dans toute l'étendue du bassin de réception.

La montagne de Péguère, elle-même, fournit un précieux sujet d'observations de ce genre. Sur son versant est, en effet, entre la Raillère et Cauterets, on rencontre la combe de la Glacière, aujourd'hui dans une période d'absolu repos. Semblable en tous points à la combe de Péguère, mêmes dimensions, cône analogue, profils identiques, elle a dû fonctionner

jadis de la même manière; mais aujourd'hui, admirablement gazonnée, embroussaillée et boisée de la base au sommet, les gelées et les pluies n'y ont plus la moindre puissance d'affouillement sur les parties terreuses, dont le maintien assure et perpétue la stabilité des blocs qui occupent son bassin de réception.

Sous les débris granitiques à cassure fraîche et blanchâtre qui recouvrent le cône de la combe de Péguère, on rencontre à une assez faible profondeur les anciens éboulis, qui démontrent qu'après une longue période d'accalmie les phénomènes torrentiels ont repris une nouvelle activité, due à une seule et unique cause, l'imprudence et l'insouciance de l'homme. Il y a peu d'années, en effet, que cette combe, gazonnée comme ses voisines, peut-être plus accessible alors, était la route journellement suivie par les troupeaux de moutons passant de la vallée de Cambasque dans celle de Marcadaou. Le piétinement des animaux, joint à l'abus du parcours, n'a pas tardé à excorier le sol, les gazons entamés, déchirés, ont été entraînés, la terre a suivi et, la roche une fois mise à nu, l'érosion a développé progressivement ses effets destructeurs sous l'action puissante des agents atmosphériques.

L'observation, en indiquant les causes de ces phénomènes torrentiels, fournit les moyens d'y mettre fin en démontrant que la végétation seule peut arriver à panser et à cautériser la plaie vive de la combe de Péguère. On ne saurait se dissimuler que le traitement présentera des difficultés exceptionnelles, dues à l'extrême déclivité des pentes, à la nature du sol et à la rigueur du climat; mais elles ne seront pas insurmontables, et, dans peu d'années, la sécurité rendue à cette station thermale de premier ordre justifiera, une fois de plus et d'une façon éclatante, l'observation de Viollet-le-Duc dans son *Étude sur le mont Blanc* :

« Il n'est pas dans la nature de petits moyens, ou plutôt l'action de la nature ne résulte que de l'accumulation de petits moyens. L'homme peut donc agir à son tour, puisque ces petits moyens sont à sa portée et que son intelligence lui permet d'en apprécier les effets. »

Un souvenir du siège de Paris d'après M. Berthelot;

Par M. P. CLÉMENCEAU [1].

Dans un des derniers numéros de la *Nouvelle Revue*, M. Berthelot vient de faire paraître un article rétrospectif du plus haut intérêt, tant par la question traitée en elle-même que par les souvenirs cruels qu'il évoque. C'est un chapitre émou-

(1) *La Lumière électrique*, n° 48.

vant de l'histoire du siège de Paris, qu'on ne connaît guère, et qui pourtant a sa grandeur; en un mot, c'est le récit des essais tentés pour rétablir les communications télégraphiques avec la province. L'œuvre présentait des difficultés effroyables; elle exigeait des dévouements comme on n'en voit éclore que dans les époques tragiques où l'existence de la patrie est en jeu; et en dehors du problème, non résolu encore, qu'elle soulève, cette histoire vient, après celle qu'on connaît, montrer l'état de surexcitation des esprits pendant cette si tragique et si triste lutte.

« Si la pensée m'est venue de retracer cette histoire, dit en son préambule M. Berthelot, c'est que j'en ai une connaissance toute personnelle. J'étais président du Comité scientifique de défense, qui proposa au Gouvernement d'envoyer en province M. d'Almeida pour tenter l'aventure, et j'étais l'ami particulier de ce savant patriote qui risqua sa vie pour poursuivre la solution pratique d'un problème à peine ébauché en théorie, mais dont le résultat pouvait être capital.

» Nous étions réduits à un état trop critique pour laisser perdre aucune chance, si chimérique qu'elle pût paraître en temps ordinaire. »

La nécessité de relier Paris et la province était pressante, comme on le sait, car la privation de nouvelles du dehors, dans la ville assiégée, abaissait l'énergie morale des défenseurs. A la rigueur, par les ballons, Paris pouvait encore communiquer avec la France; mais si l'aller était relativement facile, le retour des nouvelles ne l'était pas. Les pigeons n'étaient pas sûrs; peu d'entre eux franchirent les lignes ennemies, et cet isolement de Paris faisait plus pour vaincre la résistance que les obus des canons prussiens.

En dehors du système des pigeons, pratiqué quand même, il fallait chercher autre chose, et les essais furent entrepris dans quatre directions principales : les engins flottants, le système acoustique, le système optique et le système électrique.

La Seine traversant Paris, la première pensée fut en effet d'utiliser le fleuve. Comme les bouteilles cachetées pouvaient trop facilement être surprises, on essaya de trouver mieux. On pensa à jeter à la surface de la Seine de légers bâtons qui ne pouvaient attirer l'attention, mais qui, par leur longueur et leurs formes variées, devaient constituer un système de signaux convenus. On jeta en effet quelques-uns de ces bâtons dans le fleuve; des employés munis d'instructions spéciales s'établirent même à Port-à-l'Anglais pour les recueillir; mais le temps manquant pour perfectionner ce système, et la région d'occupation augmentant sans cesse, on ne put obtenir ainsi de résultats sérieux. Un perfectionnement plus important alors con-

sista à fabriquer des boules creuses suffisamment lestées pour demeurer immergées, et munies d'aubes leur communiquant l'impulsion du courant. Ce système présentait de grands avantages, en raison du moins de la difficulté que présente l'arrêt de pareilles boules; mais la fabrication des engins fut trop longue; on n'eut pas le temps d'installer les travaux nécessaires à l'arrestation de ces courriers, et bien que quelques-unes aient été jetées, il est peu probable qu'elles soient arrivées jamais à destination. L'imagination surexcitée, on poussa plus loin les recherches.

Les barrages et les filets retiennent les objets flottants même entre deux eaux; mais rien n'arrête les matières dissoutes. De là, le projet d'un procédé chimique de correspondance. S'il était possible de jeter dans la Seine, à des intervalles réglés, deux ou trois substances solubles différentes, n'existant pas naturellement dans les rivières et susceptibles d'être accusées par des réactifs suffisamment sensibles, on pouvait constituer, par le jeu de ces alternatives, un moyen de signaux, et par suite, un langage que personne ne saurait empêcher. La chose fut étudiée. Peut-être serait-elle praticable sur un étroit cours d'eau; mais la masse des eaux roulées par la Seine est trop grande. Il en résulte que la matière soluble est disséminée bientôt dans une quantité de liquide telle qu'elle arrive à une atténuation échappant à toute analyse.

D'après les calculs exécutés à cette occasion, il eût fallu jeter dans la Seine, à Corbeil, chaque fois, plusieurs centaines de kilogrammes de la matière soluble, choisie parmi les solutions métalliques les plus sensibles, pour pouvoir la reconnaître facilement et sans retard à Paris. Et encore les intervalles de ces projections auraient-ils dû être très longs, la diffusion mélangeant les eaux de telle façon que le passage principal de la masse dissoute à travers Paris eût exigé plusieurs heures, peut-être plus d'un jour! C'était encore là un vain espoir.

La Seine faisant donc défaut, comme procédé direct de communication, on en vint alors à songer aux signaux acoustiques. Avec les coups de canon, il est facile, comme on le sait, de constituer un alphabet perceptible à très grande distance; mais, en ce temps, les combats étaient trop fréquents pour qu'on eût pu songer à étudier un système complet sur ce principe, l'espace étant trop vaste.

Et comment distinguer le canon français du canon prussien? Les signaux optiques, au contraire, se présentèrent, avec une apparence plus pratique; en 1870, la télégraphie optique était en partie organisée, et rien cette fois ne pouvait empêcher les signaux de passer. Mais si l'émission de Paris était facile, la réception, vu la distance, l'était moins. Et surtout,

comment le poste opposé pouvait-il s'organiser sans être dénoncé immédiatement à l'attention des ennemis? Cependant une tentative fut faite, et voici comment M. Berthelot l'expose.

« Elle reposait sur le système des lunettes conjuguées, proposé par M. Maurat, professeur au lycée Saint-Louis. En deux endroits, situés l'un dans l'intérieur de la ville assiégée, et spécialement dans un fort, l'autre en dehors et dans une maison privée, on installe deux bonnes lunettes et on les règle en sens inverse, suivant le même axe optique, de façon à conjuguer leurs foyers. Cela fait, il suffit de faire apparaître un point brillant, une lampe par exemple, en arrière de l'une des lunettes et de transmettre un faisceau de rayons émis par ce point et limités par des diaphragmes, pour que l'image du point se manifeste au foyer de l'autre lunette. En arrêtant à l'avance les conventions relatives au nombre des apparitions de l'image et à la durée des intervalles, il est facile d'obtenir un système complet de signaux. Si l'on place la lunette dans la profondeur d'une chambre, les signaux sont invisibles pour tout autre que les deux observateurs, sauf le cas où la ligne optique suivant laquelle ils sont dirigés viendrait à raser le sol. Or cette condition peut en général être évitée. »

Évidemment, un tel système pouvait être praticable, et en dépit de la discrétion absolue qu'il exigeait et des précautions sans nombre à prendre, il fut tenté.

M. Lissajous partit en ballon pour aller s'installer en un point désigné d'avance dans le voisinage de Paris. Mais que se passa-t-il? On l'ignore, car M. Berthelot raconte qu'au lieu de gagner le lieu indiqué M. Lissajous se rendit à Marseille pour fonder une école de télégraphie optique et former des élèves. Dans cette voie, tout échoua donc encore.

Quoi qu'on ait pu espérer cependant de ce procédé, pendant l'étude qu'il nécessita, on discuta également le moyen de communication que l'électricité permettait de réaliser. Le fil aérien reliant Rouen et la capitale était coupé, cela va sans dire, et le câble qui, dans la Seine, avait été placé de Paris au Havre, avait également été découvert par les Prussiens. A propos de ce câble se place ici une anecdote curieuse, que ne cite pas M. Berthelot, mais qui nous a été racontée par M. Richard, le directeur actuel de l'usine de Bezons, et dans laquelle il a joué un des principaux rôles.

Peu de temps avant l'investissement, on avait entrepris la pose de ce câble. M. Richard, alors ingénieur des télégraphes, avait été chargé de cette mission de confiance, et s'était organisé de manière que sa tâche fût remplie sans avoir été même soupçonnée. Il avait dans ce but disposé un bateau spécial pour ne pas attirer l'attention et ne travaillait que la nuit,

sans qu'aucune lumière à bord pût signaler sa présence. La première partie de l'opération se fit sans incident, et la pose s'était effectuée jusqu'à Bougival, lorsqu'il fallut traverser une écluse. *A priori*, la difficulté était sans importance, et rien n'était plus facile que de faire passer là le câble. Seulement il était certain que si l'ennemi venait à soupçonner la présence d'un conducteur dans la Seine, ce serait aux écluses mêmes qu'il commencerait ses travaux de dragages.

Cette réflexion conduisit ainsi M. Richard à choisir une autre solution.

Profitant de la présence de l'île sur laquelle l'écluse s'appuyait, il décida d'atterrir en ce point, et de faire passer souterrainement le câble. C'est ainsi qu'il fut fait. Malheureusement, quoique la nuit fût complète, l'expédition rencontra dans l'île qu'on supposait déserte un pêcheur endurci dont les graves circonstances du moment n'avaient pas affaibli la passion.

Deux procédés étaient en présence : ou il fallait, sans hésitation, le saisir et le garder prisonnier jusqu'au Havre, ou bien ne lui rien dire et ne pas éveiller son attention. A tort, hélas ! c'est ce second moyen qu'on suivit et lorsque les Prussiens arrivèrent, et qu'après avoir dragué ils n'eurent rien trouvé, le pêcheur, qui n'avait malheureusement pas le courage qu'il eût fallu, fut arrêté ; sur quels indices ? On l'ignore, et, pris de peur, il raconta ce qu'une nuit il avait vu : c'est ainsi que le câble fut coupé.

N'ayant donc que la Seine entière comme conducteur, il fallut l'utiliser seule. Quelqu'un, nous ignorons quel il fut, songea toutefois à réparer l'œuvre de l'ennemi, et à aller, la nuit, à l'endroit où la rupture avait été faite, repêcher dans le fleuve les bouts des câbles et à recueillir sur la langue les signaux du télégraphe Morse ; l'entreprise était plus que périlleuse ; elle avait peu de chance de réussite, puisque les assiégés n'étaient pas prévenus : elle ne fut pas tentée.... A Paris, le Comité dont M. Berthelot faisait partie chercha autre chose, et voici comment l'auteur expose le point de départ théorique sur lequel s'échafauda le système.

« En théorie, la chose est faisable. L'eau en effet conduit l'électricité, quoique sa conductibilité soit incomparablement plus faible que celle des métaux. Avec l'eau distillée, à la vérité, la quantité d'électricité transmise ne peut être accusée que par les procédés les plus délicats. Mais l'eau des fleuves n'est pas de l'eau absolument pure : elle contient en dissolution des substances salines ; or, la moindre quantité d'une matière de cet ordre qui se trouve dissoute dans l'eau en accroît la conductibilité dans une proportion relative considérable.

Au lieu de transmettre l'électricité par un fil métallique de quelques millimètres de section, on peut d'ailleurs la faire circuler par un conducteur d'eau, dont la section s'élève à quelques dizaines de mètres carrés : dans un cas comme dans l'autre il se produit un courant susceptible d'agir sur le galvanomètre, et, par conséquent, de fournir par ces alternatives réglées des signaux et une correspondance.

» En fait, il est facile, au lieu d'origine, de lancer dans le fleuve une assez grande quantité d'électricité à l'aide d'une pile suffisamment puissante. La tension de cette électricité n'a pas besoin d'être énorme; mais il est bon de la conduire dans l'eau à une distance notable du fond, à l'aide des fils métalliques de forte section, et d'instituer la communication avec l'eau sur une large étendue. On peut, par exemple, établir un flotteur métallique de grande dimension.

» C'est surtout à l'arrivée qu'il convient de recueillir l'électricité sur de vastes surfaces.

» Pour recueillir toute l'électricité qui subsiste dans le fleuve, en un point donné de son cours, il serait nécessaire de faire passer le fleuve entier dans un tube métallique isolé et convenablement disposé, ou tout au moins d'employer des dispositions équivalentes, dispositions que certains canaux, transportés sur des ponts métalliques, permettraient peut-être de réaliser. Mais, cette condition n'existant pas pour la Seine, il n'est possible de récolter qu'une fraction d'électricité contenue dans le fleuve en un lieu donné, fraction proportionnelle à la section de l'eau mise en contact avec le conducteur métallique. Un bateau doublé de métal, fer ou cuivre, ou à son défaut, une grande plaque métallique flottante, remplit cette condition.

» On y attache un fil de cuivre, qui ne doit toucher immédiatement ni l'eau ni le sol, et qui est réuni à un galvanomètre. » Un tel procédé était audacieux. Pour être conçu, il fallut les tragiques circonstances dans lesquelles l'on était placé, et, pour notre part, nous avons peine à croire qu'ainsi le succès eût pu être atteint.

Cependant, lorsque les premiers essais furent entrepris entre le rond-point des égouts de la place du Châtelet et l'usine Claparède à Saint-Denis, distance de 20^{km} environ à cause des sinuosités de la Seine, ces résultats donnèrent les plus grandes espérances. On trouva en effet que les indications du galvanomètre récepteur étaient nettes et suffisamment accentuées pour que, avec une pile de moyenne énergie, on pût communiquer à des distances plus grandes.

Restait alors à tenter l'entreprise. Le Gouvernement consulté nomma une commission placée sous les ordres de M. Rampont, directeur général des postes, et les préparatifs com-

mencèrent. Toutefois le plus difficile restait à faire, Il fallait trouver un homme suffisamment capable, au double point de vue technique et physique, et dont l'énergie et la bravoure fussent à la hauteur de la tâche à accomplir.

Les courages ne manquaient pas alors; mais c'était plus que du courage qu'il fallait!... Pardon d'avoir dit que le plus difficile était à faire.

Paris fut toujours à la hauteur des sacrifices qu'on lui demanda, et le choix que l'on fit honora à la fois ceux qui décidèrent comme celui qui accepta.

Un savant physicien, M. d'Almeida, professeur alors au lycée Henri IV, fut désigné entre tous, et, sans hésitation, il se chargea d'une des plus nobles entreprises de cette triste et glorieuse défense. Le 14 novembre 1870 parut le décret nommant M. d'Almeida, et le 17, à 1^{h} du matin, partait en ballon, de la gare d'Orléans, le savant qui allait essayer de sauver Paris.

Un vent d'ouest soufflait; le ballon se dirigea donc du côté où l'occupation était générale. On devine quelle fut l'anxiété des voyageurs pendant cette nuit. Toutefois, sept heures après le départ, l'aéronaute, se voyant au-dessus des plaines de la Champagne Pouilleuse, se décida à atterrir, et le ballon descendit sans accident, au milieu d'un brouillard assez épais. La première partie du voyage était faite, restait la seconde, non moins périlleuse. Les plus grands dangers restaient à courir; mais laissons M. Berthelot raconter lui-même les péripéties de son collègue :

« Vers midi, après cinq heures de marche, les voyageurs découvrirent le village de Montepreux, hameau de 63 habitants, où le maire se mit à leur disposition avec un dévouement patriotique qu'ils rencontrèrent à peu près partout, et, malgré les dangers de ce dévouement, dans une région très enveloppée et dépassée par l'envahisseur. Cinq journées de voyage, à travers un pays également occupé, les conduisaient, le 21 décembre, à Nevers. Il fallait d'abord passer par Troyes, ville dangereuse à traverser. Le maire de Plancy partit en avant, prévint le directeur des postes, M. Poinsot, qui envoya deux employés au-devant des voyageurs, à une lieue de la ville. Tous y rentrèrent ensemble, comme revenant d'une promenade, tandis que d'autres employés rapportaient les bagages, les pigeons, les appareils photographiques et électriques : il y avait entente universelle de la population et dévouement commun pour la patrie. L'administration française continuait à fonctionner, avec sa méthode ordinaire, par les ordres et au profit du gouvernement national, au milieu des cantonnements de l'ennemi. »

Une voiture, donnée par le directeur des postes et dirigée par le conducteur Pierre, qui connaissait le pays, mena les missionnaires de Troyes à Nevers, en marchant jour et nuit à travers mille péripéties.

« Ainsi, en arrivant à Tonnerre, à 2^h du matin, on trouva la ville envahie depuis les dernières heures de la soirée précédente. Dès l'entrée, il fallut s'expliquer avec un capitaine prussien : les explications, données d'un ton de bonne humeur, écartèrent les soupçons. Mais en arrivant chez le maître de poste, au premier mot de confidence : « Emportez-moi tout ça! s'écria-t-il d'une voix rude, je n'ai pas envie de me faire fusiller. »

Par malechance, les pigeons réveillés par tout ce mouvement roucoulaient à l'envi.

On passa ainsi devant les sentinelles disséminées dans la ville, jusqu'à ce qu'on parvint à un autre hôtel que celui de la Ville de Lyon, rempli de soldats et de chevaux.

Le maître d'hôtel fut plus dévoué que son collègue. Mis au courant par un mot, il n'hésita pas; il emporta les pigeons dans un local reculé et donna aux voyageurs fatigués une chambre pour dormir.

« Je me couchai, dit d'Almeida, aux ronflements sonores de deux officiers allemands mes voisins; l'un d'eux était un collègue : il était attaché à la télégraphie millitaire. »

Le 20 décembre, il s'agissait de continuer sa route en passant entre les régiments en marche, au milieu desquels les voyageurs s'étaient laissé prendre.

Les plus grands dangers restaient à courir; mais le courage des voyageurs était à toute épreuve, et la mission continua son chemin. Nous ne pouvons ici donner tout le récit émouvant de M. Berthelot; d'ailleurs il est des choses qu'on comprend sans qu'on le dise, et l'on devine à quels périls M. d'Almeida échappa, car, sans accident, il finit par rejoindre Gambetta à Lyon. — Il fut reçu avec l'enthousiasme que l'on avait encore, malgré les défaites; et bien que son projet parût chimérique, qu'on hésitât un peu avant de lui fournir les moyens de gagner son poste et que mille lenteurs vinrent retarder la mission, le savant, muni de ce bagage encombrant qu'il traînait, reprit alors sa course vers Paris. Il fallait, en effet, rentrer dans le cercle d'occupation, et Poissy était le point choisi.

Au milieu de mille dangers, il eut toujours confiance et, après avoir échappé miraculeusement à l'attention des ennemis, M. d'Almeida finit par arriver à Poissy avec une pile de 1200 éléments.

« Il s'agissait de faire flotter sur la Seine, à une certaine

distance du bord et sans contact avec le fond, une plaque ou un ensemble de plaques métalliques de grande surface, destinées à établir une communication étendue entre l'eau du fleuve et les appareils de transmission ou de réception électrique. La communication même entre la plaque et la pile ou le galvanomètre devait avoir lieu par des fils isolants. Ces conditions sont aisées à remplir en temps ordinaire, mais elles offraient de grandes difficultés à Poissy, à la fin du mois de janvier 1871. En effet, le travail devait être exécuté sur le fleuve et sur le halage, sous les yeux des habitants et des Prussiens.

« Or, chacun sait comment toute démonstration, toute manipulation sur la voie pnblique attire à l'instant les curieux et les indiscrets; les travaux d'ailleurs ne pouvaient être exécutés par des ouvriers ordinaires, mais seulement par un petit nombre de personnes sûres et initiées.

» Ajoutons que la santé de d'Almeida, homme déjà mûr, était très délicate et éprouvée par un mois de voyages pénibles.

» Cependant on acheta un canot, on le plaça devant l'usine, on fixa à sa coque et le long de ses bords des tuyaux de cuivre submergés en dessous et reliés au bord du fleuve par un fil isolé et invisible, également immergé.

» Ce travail fut exécuté à la brune, pour dépister les curieux, par un froid vif et dur à supporter. »

Enfin, malgré tout, on allait donc toucher au but : Paris, meurtri, découragé, allait enfin communiquer peut-être avec la France ! Non, c'était fini. Il était trop tard ! on était au 22 janvier. Paris, affamé, capitulait ! On ne sut donc jamais si le moyen proposé était possible et si cette expérience, tentée dans de si périlleuses conditions, pouvait réussir.

Pour notre part, nous ne sommes pas absolument certain que les communications eussent pu être rétablies; mais quoi qu'il en soit, la gloire de celui qui tenta l'entreprise n'en est pas moins grande et nous remercions M. Berthelot de nous l'avoir fait connaître.

Le tatouage au Japon.

D'après un travail récemment publié par le Dr Baelz dans les *Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens,* le tatouage est très usité au Japon, dans les classes inférieures, et est pratiqué avec un art tout particulier. Le tatouage ne se limite pas à une petite partie du corps (bras ou poitrine), il se pratique sur tout le dos et sur une grande partie des membres. On ne tatoue jamais la tête, le cou, la main, ni les pieds. Quant au sujet des images, ce sont des dragons, des lions, des fleurs, des scènes de bataille, des femmes, etc., mais jamais d'images obscènes. La couleur

est bleu noir ou rouge. Celui qui désire se faire tatouer, tantôt invente lui-même et dessine sur du papier le sujet qu'il désire, tantôt le choisit dans un livre d'images quelconque, et apporte le dessin chez l'artiste. Celui-ci, s'il n'est pas très expert, reporte le dessin sur la peau du patient, c'est-à-dire fait un dessin en couleur, pour juger de l'effet et pour le guider. S'il est très habile, et le cas est fréquent, il n'a même pas besoin d'esquisse ou de dessin, il tatoue d'emblée, en copiant au fur et à mesure. Pour opérer, le tatoueur a des aiguilles très pointues enchâssées par quatre, huit, douze, vingt, quarante, etc., dans des morceaux de bois, disposées en rangées parallèles. Elles sont de même longueur quand la valeur des points doit être la même; elles sont d'inégale longueur quand on veut obtenir des ombres légères ou fortes. L'opérateur tend la peau à tatouer, entre le pouce et l'index; dans le médius et l'annulaire de la même main, il tient encore un pinceau trempé dans l'encre noire ou du cinabre. Le bois qui enchâsse les aiguilles est tenu de la main droite, celles-ci ayant été passées sur le pinceau pour que la pointe prenne un peu de couleur. Reposant alors la main droite sur le pouce étalé de la main gauche, qui tend la peau, il pique la peau avec une extraordinaire prestesse, prenant de temps en temps de la couleur en frottant les aiguilles sur le pinceau. La dextérité et la rapidité de main sont extraordinaires : l'opérateur peut donner jusqu'à dix coups de main par seconde, et comme chacun peut représenter vingt ou quarante piqûres, le patient reçoit de deux cents à quatre cents piqûres distinctes. Malgré cette rapidité, le dessin est très bien fait, paraît-il. Il faut environ une journée pour tatouer le dos et la poitrine d'un adulte, ce qui demande quelques centaines de mille piqûres.

L'opération n'est guère douloureuse : la sensation est plutôt celle du chatouillement; le sang ne coule que rarement, quand il faut des ombres épaisses, ou quand la peau est très tendre. Après l'opération, on baigne le patient à l'eau tiède, et il reprend sa vie ordinaire, sans observer de régime spécial. Il a un petit moment de fièvre au bout de quelques heures, et, environ trois jours après, la peau de la région tatouée tombe entièrement. C'est tout, et jamais cette région ne présente d'irritabilité ou de délicatesse particulière.

Il n'y a que les hommes, généralement, qui se fassent tatouer; les rares femmes qui se laissent ainsi décorer sont de mœurs légères.

La signification du tatouage est assez difficile à saisir; mais le Dr Baelz y voit un ornement, un mode de décoration. En tout cas, il n'y a que les hommes astreints à des travaux pénibles qui aient adopté cette coutume, ceux qui sont obligés de se dépouiller en partie de leurs vêtements; très

souvent ils se font tatouer comme s'ils étaient habillés, ils font dessiner des vêtements et, même nus, ils semblent vêtus. Toujours est-il, quelle que soit la signification du tatouage, que celui-ci est extrêmement répandu, et qu'il atteint chez les Japonais un degré de perfection artistique incomparable.

(*Revue scientifique.*)

Les papiers et les industries qui s'y rattachent.

La formidable consommation de papier qui s'est faite depuis quelque temps donne un nouvel intérêt à une communication de M. de Boutarel faite sur tout ce qui se rattache à la fabrication et au commerce du papier. M. de Boutarel commence, dans son Mémoire, par passer en revue l'outillage des travaux manuscrits de la papeterie et de l'imprimerie. La production générale des plumes, des crayons, des caractères d'imprimerie, des planches héliographiques varie beaucoup selon les différents peuples. Si l'on prend l'ensemble de ce que fournissent les grands appareils d'élaboration, les résultats auxquels on arrive sont fort curieux.

Les plumes métalliques atteignent dans le monde entier à une production dont la valeur est à peu près de vingt millions de francs; il en est de même pour les caractères d'imprimerie. La quantité de crayons produits annuellement doit s'élever, d'après des calculs approximatifs, à deux cents millions de pièces. Une seule maison parisienne grave chaque année plus de trente mille dessins héliographiques. Or, comme il y a trente maisons à Paris dans cette industrie, il est permis d'évaluer la production totale à 900000 planches. Si l'activité est la même en Angleterre, en Allemagne et aux États-Unis, le total des clichés livrés au commerce doit dépasser trois millions.

Les renseignements positifs sur la production asiatique nous font défaut; mais, pour s'en tenir aux documents qui offrent des bases authentiques, on est fondé à croire que l'outillage de la papeterie, en y comprenant les constructions qui l'abritent, doit s'élever à un milliard de capital dans le monde entier, somme à laquelle il faut joindre un fonds de roulement presque égal. Avec la puissance du matériel typographique, des appareils de fabrication appliqués aux matières premières, la production du papier a augmenté dans des proportions très considérables. Insignifiante aux États-Unis au commencement de ce siècle, elle dépassait déjà 500000 tonnes en 1863. La papeterie européenne produit un million de tonnes par an.

Un si rapide accroissement de la consommation a mis la

fabrication à une rude épreuve. La matière première a failli se trouver insuffisante. En effet, bien que la population ait augmenté et que le bien-être se soit relativement développé, la production des chiffons ne peut guère dépasser 800000 tonnes par an. Il a donc fallu recourir au vieux papier, à la paille, au bois, et enfin, pour les produits de qualité supérieure, à un végétal que l'Algérie fournit heureusement en abondance, l'alfa.

On emploie en Europe et en Amérique pour 500 millions de francs environ de ces différentes matières premières. Dans cette somme, il convient d'attribuer 350 millions aux chiffons, 20 millions à la paille et au bois, 100 millions à l'alfa et au vieux papier. A ces évaluations, il faut ajouter le prix du combustible et des produits chimiques employés pour la fabrication. On arrive donc à un milliard de francs, représenté par 1 500 000 tonnes de papier.

1 200000 tonnes servent pour le papier à écrire. Avec l'encre qu'il nécessite, elles atteignent une valeur de 160 millions de francs. La librairie réclame 80000 tonnes. Les journaux et revues en dépensent 300000; enfin il en faut 120 000 pour le commerce, les administrations particulières et publiques.

Ce n'est pas tout : la pâte à papier sert encore à beaucoup d'autres usages. M. de Boutarel ajoute donc à son énumération les mentions suivantes : 60000 tonnes de carton pour le cartonnage et la reliure; 60000 tonnes de papier de tenture, dont la seconde élaboration triple ou quadruple la valeur et constitue une industrie d'un produit annuel de 20 millions; 60000 tonnes de papier buvard, de papier de soie et de papier à filtrer; 70000 tonnes de papier d'emballage. Ces différentes espèces brutes et ouvrées représentent une valeur de 600 millions de francs qui, jointe à celle du papier à écrire et des produits de seconde élaboration, fait un total de deux milliards cinq cents millions de francs, auquel on peut encore ajouter quinze cents millions pour le travail des industries de transport et du commerce de détail. En supposant que les mêmes faits se produisent seulement pour moitié en Asie, il en résulte que l'industrie humaine tire chaque année de la paille, des copeaux et des chiffons une valeur de six milliards.

Régime général du temps en Europe pendant le mois d'août 1885.

Observations faites au Bureau central par M. FRON.

Ce mois est généralement froid et sec, quoique la pluie recueillie soit supérieure à la normale. La pression barométrique est peu élevée, la nébulosité faible.

A Saint-Maur, la pression barométrique oscille d'abord en restant près de la normale jusqu'au 12, elle devient ensuite élevée du 13 au 18, oscille de nouveau jusqu'au 26, puis devient très basse du 27 au 30. Le minimum absolu a lieu le 29 (749^{mm}) et le maximum tombe le 14 (771^{mm}). La moyenne est de 761^{mm}.

La température, presque constamment basse, surpasse la normale seulement du 2 au 3 et le 10. Elle descend jusqu'à un minimum absolu de 5°,3 (le 14) et le maximum est de 31°,5 (le 10). La moyenne du mois (16°,8) est inférieure de 1°,7 à la normale.

L'humidité relative est faible, toutefois les pluies abondantes des derniers jours font que le total de la pluie, soit 65^{mm},9, est supérieur de 14^{mm},2 à la normale. A Nantes, on a recueilli seulement 31^{mm} d'eau, tandis qu'il en est tombé 84^{mm} à Lyon et 127^{mm} dans les Landes.

Les vents d'entre le nord et l'est ont encore dominé sur nos régions.

Première période (du 1er au 6 août 1885). — *Vent faible d'entre nord et est. Temps orageux.* — Les fortes pressions, situées du 1er au 2 en Écosse, se transportent le 3 et le 4 à l'ouest de l'Irlande.

Une zone de basses pressions, dont le centre est le 1er vers Novgorod, se trouve les 2 et 3 vers le golfe de Riga, puis se partage en deux, l'une qui se dirige vers la Suède, l'autre vers l'Oural. Le 4, une faible dépression orageuse se montre dans le canal d'Irlande et se dirige vers la Bretagne qu'elle atteint le 6. En France, les vents sont faibles d'entre le nord et l'est, des mouvements orageux sont signalés dans la moitié sud, ils s'étendent le 5 et le 6 sur tout le territoire.

Deuxième période (du 7 au 12 août). — *Vent d'entre sud et ouest.* — Une aire de fortes pressions se montre le 17 à l'ouest du Portugal, elle traverse toute l'Europe du sud-ouest au nord-est, passe le 9 vers Paris, le 10 vers Vienne, et se trouve le 12 vers Moscou. Une zone de basses pressions passe le 7 et le 8 sur la mer du Nord; elle amène une rotation des vents vers l'ouest et un ciel couvert ou pluvieux sur l'Angleterre et la Manche. Une bourrasque assez importante se dirige, le 9, vers l'Irlande, où le vent souffle avec violence du sud et où la mer devient grosse à Valentia; elle est le 10 au sud-ouest de Mullaghmore (734^{mm}) et les vents deviennent forts en Angleterre. Mais ils restent faibles sur nos régions et le centre de la dépression passe le 11 près des Shetland (739^{mm}), amenant une violente tempête du sud sur la côte de Norvège. En France, le vent fraîchit seulement d'entre le sud et l'ouest, quelques pluies orageuses sont signalées le 10, mais elles ont peu d'importance.

Troisième période (du 13 au 25 août). — *Vent faible d'entre*

le nord et l'est. Temps beau et sec. — L'aire des fortes pressions s'étend le 13 à l'ouest de nos côtes, son maximum se trouve le 14 au Havre, le 15 vers Flessingue; elle est ensuite refoulée vers les îles Britanniques où elle séjourne jusqu'au 21. Les basses pressions ont leur centre le 12 à l'ouest de l'Écosse, le 13 en Norvège et le 16 sur la Baltique; elles amènent une tempête, le 13, sur les îles Britanniques et le 14 sur les côtes norvégiennes. Le 17, une autre dépression se montre en Suède, elle descend vers le sud jusqu'au 21, puis marche vers l'est, traverse Berlin le 21 au soir, et arrive le 25 au sud de Pétersbourg. En France, pendant toute cette période, le vent est faible d'entre le nord et l'est, le beau temps règne partout et la température s'abaisse jusqu'à 0°,7 à Clermont, 5° à Paris, 10° en Touraine et dans les Landes.

QUATRIÈME PÉRIODE (du 26 au 31 août). — *Vent des régions est. Violent le* 29. — La dernière période du mois est caractérisée par une baisse extrêmement rapide du baromètre, due au passage de la dépression. Cette bourrasque, dont le centre est le 27 à l'ouest de nos côtes, amène de nombreux orages sur tout le territoire, elle prend une grande importance dans la nuit du 28 au 29, traverse la Gascogne et passe près de Toulouse (746^{mm}). Le vent souffle avec violence du nord-est sur la Manche et la Bretagne, de l'ouest à Biarritz, des pluies abondantes tombent sur nos régions. Le 30, la bourrasque arrive près de Vienne; elle se partage alors en deux, l'une qui se dirige vers la Suède, l'autre qui gagne les provinces sud de la Russie.

L'Association a reçu de M. Gauthier-Villars les Ouvrages suivants :

Essai sur la synthèse des forces physiques; par le P. A. Leray : Constitution de la matière; Mécanique des atomes; Élasticité de l'éther. — *Traité élémentaire des mesures électriques*, par M. H.-R. Kempe; traduit de l'anglais sur la troisième édition par M. H. Berger. — *Traité élémentaire d'électricité*, avec les principales applications; par M. Colson, capitaine du Génie. — *Traité pratique de Céramique photographique;* Épreuves irisées or et argent; par M. Geymet. — *Les ateliers photographiques d'Europe;* par M. Baden-Pritchard; traduit de l'anglais sur la deuxième édition par M. Charles Baye. — *Traité pratique de peinture et dorure sur verre :* Emploi de la lumière, application de la Photographie; par M. E. Godard.

Le Gérant : E. COTTIN,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

13 DÉCEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 298.

MORT DE M. BOULEY.

Un nouveau deuil vient de s'ajouter à ceux que portait déjà le Conseil de l'Association scientifique de France.

Après Milne-Edwards, Tresca, Egger et Breton de Champ, H. Bouley est mort à Paris le 30 novembre, à l'âge de 71 ans. Nous reproduisons ici les discours prononcés sur sa tombe par deux membres de notre Conseil.

Discours prononcé par M. Hervé Mangon,

Au nom de l'Académie des Sciences.

Messieurs,

L'Académie des Sciences, si souvent et si cruellement atteinte depuis quelques mois, est frappée d'un nouveau deuil.

Notre excellent Confrère, M. Henri Bouley, a succombé à la maladie contre laquelle nous l'avons vu lutter si courageusement pour occuper, jusqu'au dernier jour, pour ainsi dire, le fauteuil de la présidence auquel l'avaient appelé notre estime et notre affection.

Henri-Marie Bouley, né à Paris le 17 mai 1814, avait à peine 23 ans lorsqu'il fut nommé chef de service des hôpitaux à l'École vétérinaire d'Alfort.

En 1839, il devint professeur suppléant, et en 1849 il fut nommé titulaire du cours de Pathologie chirurgicale et de Manuel opératoire. Il occupa cette chaire avec la plus grande distinction jusqu'en 1866, date de sa promotion au grade élevé d'Inspecteur général des Écoles vétérinaires, dont il a conservé les fonctions jusqu'au jour de sa mort.

L'importance des travaux de Bouley lui mérita l'honneur d'être élu, en 1868, membre de l'Académie des Sciences, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de Rayer. Il reçut la croix de Commandeur de la Légion d'honneur, en 1881, des mains de M. Devès, Ministre de l'Agriculture du cabinet Gambetta. Enfin, à la mort de Claude Bernard, il fut nommé, au Muséum d'Histoire naturelle, professeur d'un cours de Pathologie comparée.

Jamais carrière consacrée à la science vétérinaire et aux grandes questions de l'hygiène des animaux, si importantes pour l'Agriculture nationale, ne fut plus brillamment et mieux remplie que celle de notre regretté Confrère. Ce n'est ni le lieu ni le moment de rappeler en détail les travaux et les nombreux écrits de Bouley, mais je ne saurais me dispenser de citer quelques-uns de ses titres à la reconnaissance des savants, du corps vétérinaire tout entier et de l'Agriculture française.

A l'époque où notre Confrère débuta dans la carrière de l'enseignement, la morve était fort mal connue; la contagion de cette maladie, sous sa forme chronique, était mise en doute, sa cause primitive était ignorée. Le jeune savant établit que la morve était contagieuse, quelles que fussent les formes qu'elle affectait, il donna le diagnostic certain de la maladie, en signalant la présence d'ulcérations caractéristiques sous le repli de l'aile interne du nez, il fit voir enfin que la morve pouvait être spontanée, sous l'influence d'une nourriture insuffisante et d'un travail exagéré. Depuis ces découvertes, les hommes, mis en garde contre le danger de la contagion, ont échappé aux atteintes de cette terrible maladie, et les animaux, soignés d'une manière plus rationnelle, en sont actuellement plus rarement atteints.

La péripneumonie du gros bétail est un des plus redoutables fléaux de l'Agriculture. Nommé membre de la Commission chargée, en 1850, d'étudier cette maladie, Bouley donna, dans son Rapport, la démonstration certaine du caractère contagieux de cette affection, et posa, dès cette époque, le principe des moyens administratifs qui permettent de la combattre aujourd'hui avec tant de succès.

En 1865, une maladie inconnue sévissait avec violence, en Angleterre, sur le bétail. Bouley fut chargé d'aller étudier sur place la cause du mal. Le jour même de son arrivée sur le territoire britannique, il reconnut que cette maladie meurtrière n'était autre que le typhus contagieux des bêtes à cornes. Il en informa, par le télégraphe, le Gouvernement français, signala l'imminence du danger, indiqua les mesures à prendre d'urgence pour l'éviter, et parvint, par sa perspicacité et son énergie, à préserver notre pays d'un fléau qui fit

perdre à l'Angleterre et à la Hollande près de 500000 têtes de gros bétail.

A la suite de plusieurs missions accomplies dans les contrées où sévissait le typhus contagieux, Bouley démontra, d'une part, que cette maladie, originaire des steppes de l'Europe orientale, ne se développe jamais spontanément dans l'Europe occidentale où elle ne peut être introduite que par la voie de la contagion, et, d'autre part, que, dans tous les pays de cette dernière partie de l'Europe, on est toujours maître d'arrêter les ravages du typhus si l'on sait étouffer, par des sacrifices faits à propos, les foyers de la contagion partout où ils tendent à s'allumer. Ces faits bien établis ont servi de bases aux mesures sanitaires qui, jusqu'à présent, nous ont préservés des ravages de ce redoutable fléau.

Préparé par ses études des maladies contagieuses et par ses nombreuses missions, Bouley a été l'un des principaux auteurs de la réforme de notre législation sur la police sanitaire des animaux. On lui doit un très grand nombre de rapports et de documents officiels sur cette matière. Jamais la Science appliquée n'a mieux éclairé les principes d'une législation nouvelle. L'expérience est aujourd'hui complète, et l'on peut affirmer que cette législation, due en grande partie aux travaux de Bouley, a diminué dans une énorme proportion et tend à réduire de plus en plus les pertes des bestiaux qui pesaient si lourdement autrefois sur notre Agriculture.

Pendant toute sa vie, Bouley a été attaché à l'enseignement vétérinaire. Il avait pour ses collègues, presque tous ses anciens élèves, un attachement et un dévouement sans bornes. Il a puissamment aidé aux progrès que l'art vétérinaire a faits dans l'estime publique depuis un certain nombre d'années. « Nul, disait récemment notre illustre Confrère, M. Pasteur, n'a plus honoré que Bouley l'art vétérinaire. Par son talent, par son caractère, par son enthousiasme pour les choses de la Science, il a triomphé de certains préjugés qui, sournoisement, empêchaient la profession vétérinaire de prendre la place qui lui est due. »

Ce n'est point, en effet, à des mesures législatives, comme le supposent certaines personnes, ce n'est point à ce que l'on appelle la protection de l'État que l'on doit demander le relèvement d'une profession libérale : c'est par la valeur et la dignité personnelles de ses membres qu'elle obtient l'autorité qui fait sa force et sa grandeur. La profession vétérinaire, pour continuer à grandir et à s'élever, n'a besoin, comme l'a dit M. Pasteur, que de conserver à sa tête une élite de professeurs et de savants, élèves de Bouley et continuateurs de son œuvre.

Bouley fut des premiers à comprendre les idées et les théo-

ries de M. Pasteur. Il croyait fermement et avec raison qu'elles sont appelées à renouveler la Médecine et l'Hygiène. Ce sera son honneur de n'avoir jamais perdu une occasion d'exposer, de développer et de défendre les doctrines du Maître. Il mettait au service de cette grande cause sa parole élégante et facile, son éloquence aimable et persuasive, la grâce et le charme naturel de sa personne : toutes ces qualités, en un mot, qui faisaient de lui, dans les discussions scientifiques, un conquérant par la parole.

Depuis quelque temps déjà Bouley ressentait les atteintes de la maladie à laquelle il devait succomber; il en suivait les progrès sans se faire aucune illusion. Ses amis voyaient, avec douleur, cet homme, si robuste encore il y a quelques mois, lutter inutilement contre la mort avec un courage et une fermeté qui faisaient l'admiration des confidents de ses souffrances et de ses pensées intimes.

Bouley était aimé de tous ceux qui le connaissaient et laissera un grand vide dans le sein des nombreuses Sociétés savantes auxquelles il appartenait. Ses travaux resteront dans la Science, et l'Agriculture ne cessera pas d'en profiter; ses Confrères ne l'oublieront jamais, et sa vie si bien remplie par d'utiles labeurs servira longtemps de modèle à ceux qui viendront après lui.

Adieu, cher Confrère, puissent les hommages que nous rendons à ta mémoire adoucir pour ta famille l'amertume de ses regrets !

Discours prononcé par M. A. Milne-Edwards,

Au nom du Muséum d'Histoire naturelle.

Messieurs,

Au nom du Muséum d'Histoire naturelle, je viens dire un dernier adieu au Confrère regretté et à l'homme de bien que nous aimions et que nous pleurons tous.

Henri Bouley ne nous a appartenu que peu de temps, mais, avant sa nomination de professeur, il était déjà des nôtres par ses études, par les tendances de son esprit, par ses amitiés. Ce n'est qu'à la fin de 1879, lorsque la mort de Claude Bernard laissa vacante la chaire de Physiologie générale, que le Muséum et l'Académie des Sciences le désignèrent pour recueillir ce lourd héritage; c'était une preuve éclatante de l'estime qu'il avait su inspirer. Ces présentations, faites par les hommes les plus autorisés du pays, sont d'ordinaire écoutées et confirmées; il n'en fut pas ainsi. Le Ministre donna la succession de Claude Bernard à un professeur éminent, mais

dont les travaux, fort appréciés, avaient été conçus dans une direction différente; il créa en même temps au Muséum un enseignement nouveau, celui de la Pathologie comparée, et il y appela Bouley.

Notre ami avait alors soixante-six ans; après une carrière brillante et bien remplie, il aurait pu aspirer au repos, ou se borner à continuer une route facile, en suivant les voies tracées et aplanies par les efforts de ses devanciers. Cependant il n'hésita pas à accepter la tâche difficile qu'on lui confiait, parce qu'il comprit qu'il ferait là une œuvre utile et qu'il était de force à la mener à bien.

Son but était de montrer que la Médecine ne progresse qu'en s'appuyant sur l'expérimentation, que les hypothèses basées sur l'observation seule sont trop souvent vaines et fausses, que les maladies des animaux peuvent et doivent éclairer la pathologie de l'homme, enfin que les manifestations de la vie, comme les troubles de l'organisme, sont gouvernées par des règles scientifiques dont l'expérience peut donner la signification. Il cherchait aussi à mettre en évidence l'application des belles découvertes qui venaient d'être faites sur la nature des maladies contagieuses, sur l'influence et le rôle des êtres infiniment petits que l'on appelle des *microbes*, sur les transformations successives que la culture leur fait subir pour en atténuer l'action ou en réveiller la virulence.

Les qualités de professeur que Bouley avait montrées à un si haut degré dans sa jeunesse, à l'époque où il enseignait la clinique des animaux aux élèves de l'École vétérinaire d'Alfort, il les retrouva intactes lorsqu'il monta dans sa chaire du Muséum. Son passage trop court laissera des traces durables et ses auditeurs n'oublieront pas les leçons éloquentes qui, maintenant réunies en Volumes, seront toujours consultées avec fruit. Il y apportait la chaleur de pensée, l'élégance de langage, la conviction ardente qui donnaient tant de charme à sa parole. Il s'appliquait surtout à suivre l'enchaînement logique des expériences et des idées qui ont éclairé l'histoire de ces maladies terribles connues sous le nom de *péripneumonie*, de *charbon*, de *tuberculose* et de *rage*. Il savait communiquer l'enthousiasme qui l'animait pour les nouvelles doctrines de M. Pasteur dont il a été l'ami dévoué et l'admirateur fervent. C'était avec une impatience presque fiévreuse qu'il suivait les progrès de ses recherches, et avec un véritable bonheur qu'il en saluait le succès; de ce côté il voyait poindre la lumière et il voulait qu'elle pût luire aux yeux de tous. Il se fit l'apôtre et le champion des doctrines de cet illustre physiologiste, et, toujours sur la brèche, dans son Cours, dans ses Conférences, dans ses Écrits, il s'efforça de faire partager sa conviction et de ramener les incrédules.

Ce fut avec une émotion profonde et touchante qu'il présida cette séance mémorable de l'Académie où celui qu'il aimait à appeler « le Maître » fit connaître les immenses résultats auxquels l'avait conduit une méthode expérimentale sévère, guidée par une merveilleuse sagacité; la Rage, cette maladie affreuse, implacable, venait d'être domptée, et Bouley se rappelait que, dans ce combat livré par la Science et dont elle sortait victorieuse, il avait aussi lutté pour la bonne cause et il sentait que la gloire du Maître rayonnait sur lui. Pour ce cœur loyal, ce fut le triomphe le plus pur qu'il ait jamais souhaité, car si Bouley traitait parfois avec un scepticisme doucement railleur les croyances de notre vieille société, il avait le respect et l'amour de la Science; il disait souvent que la mission de l'homme est d'arriver par le progrès incessant au règne de la vérité; dans cette voie, comme un pionnier infatigable, il a travaillé pour le bien de l'humanité.

Il eut le rare privilège de ne compter que des amis, ses émules et ses contradicteurs n'ont jamais été ses ennemis. Son cœur s'ouvrait à tous, surtout aux faibles et aux jeunes; ceux-là étaient les bienvenus, il les conseillait, les couvrait de sa protection et même les aidait trop facilement de sa bourse : quelques-uns en abusaient; sans se décourager, il se consolait par de nouveaux bienfaits et ses élèves ont été plus d'une fois obligés de veiller autour de lui pour le soustraire à des sollicitations trop intéressées que sa bonté n'aurait pas su repousser.

C'est au moment où les honneurs lui arrivaient de tous côtés, comme la consécration d'une vie de labeur, qu'il ressentit les atteintes du mal qui devait nous l'enlever. La netteté de son jugement, l'habitude qu'il avait de l'observation, ses connaissances médicales ne lui laissèrent aucune illusion; il accepta sans faiblesse le coup qui le frappait et, heureux de sentir que son intelligence survivrait à ses forces, il s'apprêta à lutter jusqu'au bout. Nous l'avons vu diriger les séances de l'Académie, s'associer à ses travaux, prendre part aux délibérations du Muséum jusqu'au moment où la maladie l'a terrassé. Il est mort au champ d'honneur, entouré d'amitiés fidèles; les souvenirs qu'il laisse assurent à sa mémoire la sympathie et les regrets de tous.

Nouvelles observations sur le Soleil.

M. Trouvelot, astronome de l'observatoire physique de Meudon, a résumé dans le *Bulletin astronomique* (¹) les observa-

(¹) Paris, Gauthier-Villars, numéros de juin et septembre 1885.

tions des phénomènes solaires qu'il a faites depuis quinze ans, et essayé de jeter un peu de lumière sur la structure de l'enveloppe brillante qui constitue ce qu'on nomme la *photosphère*. Il commence par ramener les taches solaires à deux types principaux. Les unes, isolées et indépendantes de leurs voisines, ont une forme circulaire et sont dépourvues de facules et de voiles intérieurs. Les autres taches forment des groupes; elles sont reliées entre elles par des facules brillantes et leur ombre ou cavité est généralement occupée par des voiles gris ou roses. Les détails dans lesquels entre M. Trouvelot sont extrêmement minutieux et nous ne les reproduirons pas; nous dirons seulement que toutes les observations conduisent à la même conclusion et indiquent d'une manière presque évidente que la structure de l'enveloppe solaire est filamenteuse. Les protubérances elles-mêmes ont souvent cette disposition filiforme et M. Trouvelot en a observé d'énormes qui étaient uniquement composées de milliers de grandes lanières de feu, de 60000 à 70000^{km} de hauteur. « Or, dit M. Trouvelot, il résulte des expériences d'Andrews que la structure filamenteuse est particulière aux gaz et aux vapeurs qui sont sur le point de passer de l'état gazeux à l'état liquide. En effet, ce savant a constaté la structure filamenteuse de l'acide carbonique à la limite de son passage de l'état gazeux à l'état liquide : il a constaté aussi qu'au moment où des masses fortement comprimées changent d'état elles prennent la structure filiforme. »

Théoriquement, que se passe-t-il dans le phénomène de la condensation? Il se dégage de la chaleur, et cette chaleur, en se portant sur les molécules voisines, empêche le changement d'état et forme autour des molécules déjà condensées une sorte d'enveloppe ou d'atmosphère gazeuse qui les isole et les sépare d'autres centres de condensation. Il se passe quelque chose de semblable dans le changement de l'état liquide à l'état solide : les liquides, tels que l'eau, le soufre, le bismuth, le fer, ne se solidifient pas en bloc, ils se divisent en une infinité de petites aiguilles cristallisées qui s'enchevêtrent de toutes façons. On pourrait dire que ces cristaux sont les filaments des corps solides. Inversement, quand on plonge dans de l'eau du mercure solidifié par la congélation, il se divise en une infinité de petits filets métalliques, qui, prenant à l'eau de la chaleur, s'entourent instantanément de petits tubes de glace.

« Puisque, dit M. Trouvelot, dans nos expériences de laboratoire, la structure filamenteuse précède le passage de l'état gazeux à l'état liquide, on pourrait penser qu'il en est de même sur le Soleil, et que l'état filamenteux de son enveloppe résulte de cet état critique de condensation des gaz et des vapeurs

qui semblent constituer en grande partie les régions inférieures qui s'étendent au-dessous de la photosphère. Cette idée n'est pas une hypothèse tout à fait gratuite. En effet, d'après nos propres observations, nous savons positivement que des vapeurs se condensent au-dessus des taches en voie de décroissance, et qu'elles prennent alors la structure filamenteuse de l'acide carbonique. »

S'il existe une couche gazeuse qui s'étend très profondément au-dessous de l'enveloppe filamenteuse, on sait aussi et d'une façon certaine, par l'observation des éclipses totales du Soleil, qu'il y a au-dessus de cette enveloppe une atmosphère très rare, mais d'une immense étendue. L'enveloppe que M. Trouvelot nomme *filamenteuse*, qui forme pour nous la surface visible du Soleil, est ainsi comme suspendue entre deux couches, la couche intérieure et la couche extérieure, qui n'est autre que la couronne visible seulement pendant les éclipses. On peut assimiler l'enveloppe filamenteuse aux nuages élevés de l'atmosphère terrestre et supposer qu'elle a une origine à peu près semblable, qu'elle résulte de la condensation des gaz et des vapeurs métalliques qui sont continuellement en mouvement dans la grande fournaise solaire. Cette couche filamenteuse marque le moment critique des changements d'état, la condensation qui débute et qui se trouve sans cesse gênée et interrompue. Rien, si l'on admettait ces vues, ne devrait être plus instable que cette surface lumineuse du Soleil, précisément à cause du caractère critique du changement d'état.

Il est clair que la condensation de vapeurs métalliques invisibles en filaments visibles, qui marquent le commencement de la liquéfaction ou même de la solidification, s'accompagne d'un énorme dégagement de chaleur, de lumière et d'électricité. Laissons M. Trouvelot décrire ces phénomènes grandioses, qui effrayent l'imagination :

« L'observation des taches solaires, des facules, des protubérances et des granulations nous conduit à penser que sous cette enveloppe filamenteuse se produisent des crises formidables, des éruptions gigantesques de gaz incandescents, de vapeurs et de poussières métalliques qui, lancées avec force d'un noyau, s'élèvent et s'accumulent sous cette enveloppe, la pénètrent, décomposent ses éléments filiformes et, en se mélangeant avec eux, les soulèvent au-dessus d'elle, où ils apparaissent sous forme de facules brillantes que peu à peu ils font passer à l'état gazeux, en leur restituant la chaleur qu'ils avaient perdue en se condensant.

» Bien que nous n'ayons à présent aucun moyen de reconnaître positivement si le siège de ces éruptions se trouve situé

à une faible profondeur sous l'enveloppe filamenteuse, ou bien s'il est à des profondeurs plus considérables, cependant, d'après ce que nous connaissons de l'intérieur de cette enveloppe par l'ouverture des taches, il paraît certain qu'il n'est pas situé très près d'elle, mais à de bien plus grandes profondeurs. Que ces phénomènes soient dus à des éruptions volcaniques gigantesques à travers la croûte d'un globe solide, comme les éruptions volcaniques terrestres, ou bien qu'ils soient dus à des jets, à des courants verticaux émanant d'un noyau liquide ou gazeux porté à une très haute température et soumis à une très forte pression, nous l'ignorons absolument, mais il semble néanmoins certain que c'est à l'une ou à l'autre de ces causes qu'il faut les attribuer. »

Nous ne pouvons guère comprendre la cause ni la nature des éruptions internes du Soleil, mais il semble certain que c'est à ces éruptions qu'il faut attribuer l'enveloppe filamenteuse avec ses taches, ses facules, sa chromosphère et ses protubérances. Les taches proviennent apparemment de jets de vapeurs métalliques et de gaz incandescents qui s'introduisent dans l'enveloppe lumineuse, qui dissolvent et transforment les matières qui s'y trouvent; tantôt nous voyons des vapeurs violacées, tantôt des facules lumineuses qui se déchirent, se hérissent, se détournent pour laisser à leur place ces ouvertures béantes qui sont les taches.

Voici comment M. Trouvelot explique les phénomènes observés sur les taches, la pénombre, le noyau, les ponts, les facules : ces apparences résultent, suivant lui, de la dissolution et de la transformation d'un certain nombre d'éléments filamenteux en vapeurs violettes; celles-ci s'élèvent et deviennent bientôt invisibles; d'autres éléments passent dans les facules et les ponts lumineux, qui sont soulevés et rejetés de côté; ajoutez à cela la dissolution de l'extrémité inférieure des filaments formant le bord de la trouée, et le soulèvement de l'extrémité inférieure de ces mêmes filaments et des filaments voisins. « Tous ces filaments, qui bordent et avoisinent l'ouverture des taches, raccourcis et soulevés par leur extrémité inférieure, peuvent, on le comprend, donner naissance aux pénombres et à toutes leurs variétés. »

La preuve que la force qui produit les taches solaires s'accompagne toujours de chaleur est dans le fait que l'apparition d'une tache est toujours annoncée par des facules brillantes, qui occupent les points de la surface où la tache va faire son apparition. M. Trouvelot donne une coupe théorique du Soleil qui fait bien comprendre ses idées et qui résume ses observations et ses idées théoriques. Voici la description de cette coupe :

« L'enveloppe qui limite la surface brillante du Soleil nommée *photosphère* forme comme une espèce de coquille sphérique immense dont l'épaisseur est relativement fort petite. Cette enveloppe, dans laquelle il se produit des trouées qui nous sont connues sous le nom de *taches solaires*, est composée d'une quantité innombrable de filaments verticaux, dus à la condensation des vapeurs métalliques lancées de l'intérieur et tenues en suspension à peu près à la même hauteur au milieu de vapeurs comparativement peu lumineuses, qui séparent les filaments et les tiennent à distance. Chacun des éléments filamenteux dont cette enveloppe est formée contient en lui toutes les substances qui la composent. Il en est de même des vapeurs qui les séparent, qui sont formées des mêmes substances que les filaments qui les forment en se condensant. En raison de sa structure filamenteuse, cette enveloppe sphérique du Soleil, qu'il serait bon de distinguer de la photosphère, pourrait recevoir le nom de *nématosphère*, nom beaucoup plus approprié que celui de *photosphère*, qui n'appartient qu'à la surface des granulations qui composent cette enveloppe et sur laquelle s'engendre la lumière.

» A l'intérieur de cette enveloppe filamenteuse et à une certaine profondeur existe un noyau dont la nature reste indéterminée, et qui peut être soit solide, soit liquide, soit gazeux. Mais, quelle que soit la nature du noyau solaire, il est certain qu'il est sujet à des crises violentes qui sont pour ainsi dire permanentes, et se produisent sur toute sa surface, comme l'indiquent les faibles taches grisâtres qui s'observent partout sur le Soleil, les taches minuscules accompagnées de facules, ainsi que les protubérances hydrogénées que l'on rencontre sous toutes les latitudes; seulement, ces crises sont beaucoup plus violentes que partout ailleurs sur la région comprise entre 35° de chaque côté de l'équateur.

» Les crises du noyau solaire se manifestent par des éruptions formidables de gaz hydrogène, de vapeurs métalliques et de poussières incandescentes qui, lancées jusqu'à des hauteurs considérables, viennent s'accumuler en nuages de feu sous la partie intérieure de la nématosphère. »

Il faut considérer la photosphère comme produite par une multitude innombrable de centres de condensation et de combinaisons chimiques qui s'engendrent au sommet d'un filament : ces centres de condensation forment une couche éclatante, très mince et toute superficielle. Les particules liquides et solides, condensées, dépouillées d'une grande quantité de chaleur, retombant en pluie pesante sur le noyau, y reprennent l'éther gazeux; de nouvelles vapeurs, fournies par les éruptions de ce noyau, remontent dans la nématosphère et ainsi

entretiennent perpétuellement la chaleur et la lumière du Soleil. Pourtant, comme il se perd incessamment quelque chose de cette chaleur et de cette lumière dans l'espace, il arrivera, pense M. Trouvelot, un jour, « si distant qu'on puisse l'imaginer, où, cette activité intérieure se ralentissant, la photosphère ne s'étendra plus sur toute sa surface, comme elle le fait aujourd'hui, mais seulement sur une partie de cette surface, et aura enfin des alternatives d'action et de repos avant de cesser entièrement. Alors on verrait la lumière de notre brillant Soleil décroître et croître dans une période de temps égale à celle de sa rotation. Plus tard on verrait cet astre pâlir et lancer des rayons colorés rouges ou bleus, puis enfin on le verrait s'éteindre et se rallumer pour s'éteindre et se rallumer peut-être encore après des périodes plus ou moins longues, et cela jusqu'au moment où son activité, enfin épuisée, serait incapable de produire la lumière.

« C'est ainsi que nous voyons dans le ciel des étoiles dont l'éclat varie périodiquement; nous connaissons des étoiles rouges ou bleues, des étoiles temporaires qui apparaissent, brillent et s'éteignent, peut-être pour réapparaître, briller et s'éteindre de nouveau après des siècles de ténèbres et de repos. »

Parmi les travaux récents de M. Trouvelot, il y a une note sur des protubérances solaires remarquables en ce qu'elles sont diamétralement opposées. Ces protubérances s'élevaient à 460000^{km} de hauteur; y a-t-il une relation entre ces protubérances ? Il semble difficile de ne pas le croire et d'attribuer cet étrange phénomène à une simple coïncidence.

Le 16 avril, M. Trouvelot a observé une autre protubérance remarquable. A première vue, elle semblait libre et paraissait flotter au-dessus du Soleil, comme les nuages flottent au-dessus de la Terre. Mais, avec quelque attention, on reconnaissait qu'elle se rattachait à la chromosphère par un long filament. La protubérance elle-même n'était autre qu'un filament unique et ramifié, replié, enroulé plusieurs fois sur lui-même :

« Pendant l'ascension de cette protubérance, il se produisit un phénomène fort curieux. En s'élevant, elle semblait se dérouler, la masse principale paraissant tourner sur elle-même à mesure qu'elle s'élevait, et les ramifications, d'abord visibles sur elles, restant parfaitement reconnaissables sur sa tige déroulée, malgré quelques changements de forme qu'elles avaient subis.

» En même temps qu'elle s'élevait, cette protubérance perdait de son éclat, comme c'est le cas habituel pour les protubérances qui s'élèvent au-dessus du Soleil, et, vers la fin de

l'observation, elle était si faible que l'on ne distinguait plus que son sommet, qui resta visiblement le dernier. »

Tous ces phénomènes se passèrent avec une grande rapidité et n'embrassèrent dans leur ensemble compliqué qu'environ deux heures. Cette protubérance n'avait point son antipodique, mais elle était diamétralement opposée à une tache posée sur l'hémisphère invisible et appartenant à un groupe de taches précédemment observé.

Il faut encore que nous parlions d'une autre observation curieuse, faite par M. Trouvelot; laissons-le raconter lui-même ce qu'il a vu :

« Le 28 août 1871, à midi, j'observais le Soleil, depuis quelque temps, à l'aide d'une lunette de 4 pouces d'ouverture, quand je vis tout à coup passer devant son disque une multitude de corps noirs et opaques. Bien que ces corps fussent en général fort petits, il y en avait cependant parmi eux dont les dimensions étaient appréciables et égalaient en grosseur une petite tache solaire visible vers le centre de l'astre, et qui sous-tendait un angle de 20″ à 25″.

» La vitesse de ces corps n'était pas uniforme, et, tandis que les uns se mouvaient avec une très grande rapidité, les autres allaient assez lentement. Leur passage devant le Soleil ne se faisait pas non plus d'une manière régulière et suivie : il y avait comme des instants de repos pendant lesquels on n'en apercevait aucun, et des moments d'activité durant lesquels ils se montraient fort nombreux. Quand apparaissait un de ces corpuscules, il était invariablement suivi par d'autres qui lui succédaient de très près. »

La durée du passage de ces corpuscules ne fut que de 40 minutes, et pendant ce temps il en passa de cinq à six cents. Les corpuscules suivaient à peu près la direction du vent, qui soufflait modérément de l'est; il est donc permis de croire que peut-être c'étaient des insectes, des graines, des poussières voyageant dans l'atmosphère. Une autre hypothèse consisterait à les regarder comme des astéroïdes, comme un essaim d'étoiles filantes, passant entre la Terre et le Soleil.

Depuis cette observation, M. Trouvelot a journellement étudié le Soleil et il n'a jamais revu ce curieux phénomène.

(Chronique scientifique du *Temps*.)

Destruction de la colonne de Mazagran par la foudre.

On sait que cette colonne avait été élevée pour perpétuer le souvenir de l'héroïsme dont firent preuve le capitaine Lelièvre et 123 Français qui, pendant quatre jours, en 1840, sou-

tinrent le choc de 12000 Arabes commandés par un des principaux lieutenants d'Abd-el-Kader.

Cette colonne n'existe plus. Dans la nuit de dimanche à lundi, un épouvantable orage a éclaté sur Mostaganem et ses environs; vers onze heures, un formidable coup de tonnerre avertissait la population que la foudre devait avoir fait des ravages quelque part.

La foudre était en effet tombée sur la colonne de Mazagran, brisant la statue de la victoire qui la surmontait; elle suivit ensuite l'énorme tige de fer qui traversait la colonne de haut en bas, s'arrêta à la base, et, ne trouvant plus d'issue sans doute, fit explosion, dispersant comme des fétus de paille les énormes blocs de pierre qui formaient le monument.

Du fût de la colonne, il ne reste plus de traces; les fragments ont été lancés dans des directions opposées, les uns au bas de la côte, d'autres dans les champs, du côté des meules, d'autres encore sur la maison d'école du village, couvrant le toit et la cour; les volets des salles de classe ont été endommagés, les vitres ont été brisées, les arbres de la cour hachés par ces étranges projectiles.

L'énorme piédestal qui portait l'inscription commémorative a été partagé en deux parties qui gisent au bas du mur de soutènement, séparées l'une de l'autre, à plus de 15^{m} de distance; le chapiteau, formé d'une seule pierre et cubant plus de 1^{m},50, s'est arrêté sur l'emplacement du piédestal : de la statue il ne reste que la tête, encore le nez est-il écrasé; le buste forme un second fragment; le reste est à peu près méconnaissable.

La balustrade en fonte qui entourait le monument a été mise en mille pièces.

Une mine chargée de plusieurs centaines de kilos de poudre n'eût pas produit un effet plus désastreux.

Cette colonne, érigée par souscription nationale, a été renversée une première fois par le vent; reconstruite plus tard sur des bases plus solides, elle semblait pouvoir résister pendant des siècles.

Espérons qu'elle sera promptement reconstruite.

(*La Lumière électrique.*)

Les grands tunnels des Alpes et la chaleur du sol.

On a souvent parlé, à propos du percement du Saint-Gothard, des difficultés de diverses natures qu'a rencontrées l'exécution de ce gigantesque travail. La plus grande, celle à laquelle on pense le moins, provient de la température relativement très

élevée où se trouva l'intérieur du tunnel, dans sa section médiane, sur une longueur de 5^{km} environ. Au mont Cenis, le maximum fut de 29°,5 et il ne fut constaté que sur une longueur de 500^{m} au centre du tunnel. Au Saint-Gothard, au contraire, à 4^{km},333 de l'entrée sud et à 5^{km},500 de l'entrée nord, alors que les deux tronçons ne se rejoignaient pas encore, la température se maintint à 29°. Après que le percement eut été accompli, elle monta en moyenne à 31°, et, chose curieuse, le thermomètre s'éleva plus haut encore, dans les 5^{km} qui forment la partie centrale du tunnel. Il atteignit, à la suite de circonstances peu définies, jusqu'à 35°, mais se maintint ordinairement à 32°,5. L'air était chargé de vapeur d'eau, qui, en quantité absolue, dépassait de cinq à six fois celle de l'atmosphère à l'extérieur du tunnel. Cette température élevée et cet air presque saturé de vapeur d'eau ont exercé une énorme influence sur l'avancement et le prix de revient des travaux, ainsi que sur la situation sanitaire des travailleurs. On sait qu'une espèce d'anémie très caractéristique régna à l'état endémique parmi les ouvriers du tunnel. D'après les rapports du Dr Giaccone, 60 pour 100 furent atteints plus ou moins gravement de cette maladie, dont les symptômes sont les suivants : une coloration jaune verdâtre de la face et de tout le corps, un dégoût de toute nourriture, des battements de cœur, des vertiges, une grande faiblesse, un état maladif des organes de la respiration et de la digestion et enfin l'incapacité de travail.

Quant aux causes de l'anémie, elles étaient multiples : la ventilation insuffisante, les gaz irrespirables et délétères et la mauvaise qualité des eaux bues furent les principales; mais la haute température à laquelle les ouvriers étaient sans cesse soumis semble avoir joué également un grand rôle. Ce ne sont pas seulement les hommes, mais aussi les chevaux qui ont été les victimes de cet état de choses. Dans la dernière période du travail, environ dix chevaux par mois succombaient de chaque côté du tunnel, à la suite d'une affection pulmonaire.

Il résulte de tout ceci qu'il est une température au-dessus de laquelle, surtout dans un milieu humide, l'homme ne sait plus travailler. La limite est difficile à fixer. D'après du Bois-Raymond, elle se trouverait à 50°; il est cependant vraisemblable que, bien en dessous de cette température, le travail deviendrait déjà impossible, dans une atmosphère saturée. L'expérience acquise au Saint-Gothard semble prouver qu'à 40° il en serait déjà ainsi. Le Dr Giaccone, cité plus haut, prétend même que les travailleurs ont souffert, dans le percement de ce tunnel, le maximum de ce que les forces humaines peuvent supporter.

En présence de ce fait, on peut se demander si les perce-

ments du Simplon et du mont Blanc, dont les projets ont été si souvent agités, ne sont pas destinés à se heurter à des difficultés insurmontables, dues à la même cause. Il faudrait tout au moins, pour pouvoir s'en rendre compte, connaître la loi suivant laquelle la température varie dans les Alpes, à mesure que l'on enfonce sous le sol, en tenant compte de toutes les influences locales. Le géologue de la route du Gothard, le Dr Stapff, a trouvé que l'on peut déterminer avec une certaine approximation la température en ajoutant à la température moyenne du sommet de la montagne un nombre de degrés t tiré de la formule

$$t = 0,02068\,h$$

ou bien

$$t = 0,02159\,n,$$

où h représente la distance verticale entre le sommet et le point dont on recherche la température, n représente dans la seconde formule la distance de ce dernier point à la plaine, prise suivant le profil. Cette formule empirique résulte de la distribution de la température dans les profils du Saint-Gothard et du mont Cenis.

En l'appliquant au Simplon et au mont Blanc, on arrive aux résultats suivants : 1° dans le tunnel projeté du Simplon, qui aurait environ 20^{km}, à 4^{km} de l'entrée nord et à une hauteur de 1400^{m}, la température probable serait de 30°; à $6^{km},5$ et à une hauteur de 1000^{m}, de 33°; à 9^{km} et à une hauteur de 2050^{m}, de 36°; à $14^{km},7$ et à une hauteur de 680^{m}, de 31°; à 17^{km} et à une hauteur de 1734^{m}, de 31°; à 18^{km} et à une hauteur de 1100^{m}, de 25°; 2° dans le tunnel du mont Blanc, qui aurait environ $18^{km},5$ de Taconnaz à Prés-Saint-Didier, les mêmes chiffres seraient : à 3^{km} de l'entrée nord et à 1550^{m} de hauteur, 33°; à 5^{km} et à 2800^{m}, 50°; à 6^{km} et à 3000^{m}, 53°,5; à 8^{km} et à 2600^{m}, 46°; à $10^{km},5$ et à 1450^{m}, 31°; à 13^{km} et à 200^{m}, 15°.

D'après cela, dans les conditions actuelles d'exploitation, ces deux tunnels ne seraient pas exécutables, et il faudrait d'abord songer à se créer les moyens de rendre le travail possible, en produisant une ventilation spécialement énergique à l'intérieur du tunnel et en mettant en œuvre des procédés de dessiccation de l'atmosphère du souterrain.

(*Ciel et Terre.*)

Observation d'un bolide;

Par M. Stanislas MEUNIER.

Passant ce soir, mercredi 18 novembre, à $6^{h}30^{m}$, au coin de la rue Linné et de la rue des Boulangers, et me dirigeant vers la Pitié, je vis apparaître un beau bolide. Il se montra dans le

sud-sud-est, au voisinage de la Lune, en ce moment peu éloignée de son plein, et présenta la forme d'un corps non régulièrement circulaire, dont le diamètre apparent excédait sensiblement celui de Vénus. Il me sembla complètement blanc : son éclat était plus vif que celui de la Lune et des nombreux becs de gaz entre lesquels je le voyais. Le météore n'était pas à plus de 40° au-dessus de l'horizon; il descendit avec une lenteur des plus remarquables vers le sud, en suivant une pente de 45° environ. Plusieurs étincelles très blanches tómbèrent derrière lui. Il disparut, masqué par les maisons, et je n'entendis aucun bruit.

MM. E. Plon et Cie, éditeurs, rue Garancière, envoient les deux volumes suivants :

Les derniers jours de la marine à rames, par M. le vice-amiral Jurien de la Gravière, membre de l'Institut, auteur d'ouvrages bien connus sur la science maritime; — *Le Maroc*, par M. le Dr Marcet. L'auteur rend compte de l'organisation publique de ce pays, de ses mœurs et coutumes. Des cartes et des dessins accompagnent cet intéressant ouvrage.

L'Association scientifique a reçu de M. Gauthier-Villars l'ouvrage suivant :

Sur les progrès de la Science électrique et des nouvelles machines d'induction, par M. Boulanger, capitaine du génie.

L'Association a reçu également l'année 1882-83 du *Geological Survey*, publié sous la direction de M. J.-W. Powel, à Washington; — Une Notice ayant pour titre : *L'Hypnotisme et la Volonté,* par M. A. Colas. Paris, Ghio, 1885; — Les Annales publiées par le Bureau central météorologique pendant l'année 1885 : *Bulletin des observations françaises et Revue climatologique, pluies en France. — Étude des orages en France et documents divers; Météorologie générale;* — La vingt-troisième et la vingt-quatrième année des *Causeries scientifiques* de M. de Parville. Découvertes et inventions, progrès de la Science et de l'Industrie, qui viennent de paraître chez MM. Rotschild frères, éditeurs, rue des Saints-Pères, Paris.

M. A. Guillemin adresse à l'Association le Tome V de son important ouvrage *Le Monde physique,* qui a été publié par la maison Hachette et Cie.

Ce cinquième volume comprend la *Météorologie*, la *Physique moléculaire*, contenant 51 grandes planches tirées à part, dont 9 en couleurs et 545 vignettes insérées dans le texte.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

20 DÉCEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 299.

Nouvelles expériences exécutées en 1885 au moyen du ballon dirigeable « La France »;

Par M. Ch. RENARD ([1]).

Nous avons fait connaître, l'année dernière, les résultats obtenus au moyen du ballon dirigeable construit aux ateliers militaires de Chalais.

On exécuta en 1884 quatre ascensions : une le 9 août, une le 12 septembre, qui ne réussit pas à cause d'une avarie de machine, et deux le 8 novembre qui réussirent parfaitement. Trois fois sur quatre, l'aérostat est revenu à son point de départ.

Le ballon ne pouvant emporter en 1884 que deux aéronautes, il avait été impossible d'exécuter des mesures précises de la vitesse propre du ballon. Il s'agissait cette année de combler cette lacune; aussi le ballon dut-il être modifié dans certaines parties.

Il fallut d'abord l'alléger et gagner le poids d'un aéronaute : j'y réussis facilement en modifiant certains organes (ventilateurs, piles, accumulateurs, voile de queue).

La machine motrice multipolaire employée l'année dernière ayant donné lieu à divers accidents, je la remplaçai par un moteur à deux pôles dont la construction fut confiée à M. Gramme. Notre éminent ingénieur électricien nous livra un appareil excellent, très robuste, admirablement équilibré et d'un poids sensiblement égal à celui du premier.

La transmission du mouvement dut aussi être modifiée. Pour éviter les dégrènements et les ruptures de dents dus aux déformations inévitables de la nacelle, je suspendis tout le train des roues dentées à l'arbre même de l'hélice, le pignon n'étant relié à la machine motrice que par l'intermédiaire d'un

([1]) Voir *Bulletin* n° 231, du 31 août 1884.

manchon à calage élastique permettant au train de se déplacer notablement, sans que la transmission cesse de se produire.

Enfin, des précautions minutieuses furent prises pour assurer le graissage continu et le refroidissement des coussinets du pignon, dont la vitesse pouvait être portée, à un moment donné, à 3600 tours par minute.

Tout cet ensemble fut essayé à outrance, dans le hangar de Chalais. Ces essais nous donnèrent une entière confiance dans le nouveau dispositif.

A la vitesse de 3600 tours, qui put être soutenue indéfiniment, la force motrice développée sur l'arbre put être portée à 9 chevaux.

La poussée de l'hélice fut mesurée; on trouva qu'elle était reliée à l'intensité du courant par la formule

$$H = 0,753\,C + 17,3$$

(H, poussée de l'hélice en kilogrammes; C, courant en ampères). Cette formule se vérifie très exactement pour des valeurs de C variant de 0 à 108 ampères. On put démontrer qu'elle s'applique sensiblement au cas où le ballon, au lieu d'être immobile, obéit librement à l'effort de l'hélice.

Enfin je m'attachai à améliorer la pile et je réussis encore à l'alléger en modifiant légèrement la composition du liquide des éléments.

J'arrive au procédé, très simple, destiné à mesurer la vitesse du ballon par rapport à l'air ambiant. Comme l'hélice est à l'avant du ballon, on ne peut employer un anémomètre, car il donnerait des indications trop fortes; en revanche, rien ne gêne pour l'emploi d'un loch aérien. Ce loch fut organisé de la façon suivante : un ballon en baudruche de 120^{lit} fut rempli en partie de gaz de façon à rester exactement en équilibre dans l'air. Ce ballon fut attaché à l'extrémité centrale du fil d'une bobine de soie de 100^{m} de longueur. Pour faire une mesure, l'opérateur enroule autour de son doigt l'autre extrémité du fil, lâche le ballon qui s'éloigne horizontalement vers l'arrière, et qui, arrivé au bout de sa course, produit sur le doigt un choc sensible. L'instant du départ et celui du choc final sont pointés sur un chronomètre. On mesura avec soin la dérivation de ce loch; elle fut trouvée égale à $0^{\text{m}},117$ par seconde. Dès lors, la vitesse v du ballon était reliée à la durée t du déroulement par la formule $v = \frac{100}{t} + 0,117$ (v est exprimé en mètres et t en secondes).

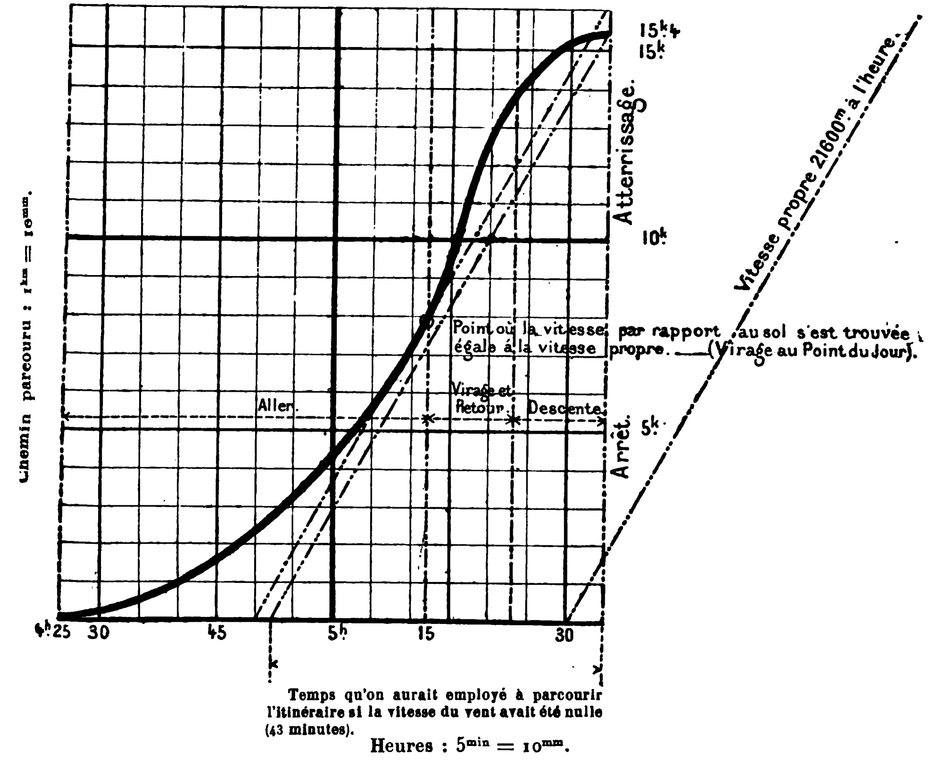
Les choses étant ainsi préparées, on profita du premier beau jour pour essayer le nouveau mécanisme en l'air.

Ascension du 25 août. — La première ascension eut lieu le

25 août. Il s'agissait seulement, comme nous l'avons dit, d'essayer le nouveau mécanisme. Dès lors, il importait peu de revenir au point de départ; aussi ne crut-on pas devoir attendre que le vent devînt assez faible pour permettre la direction absolue.

Ballon dirigeable « la France ».

Ascension du 22 septembre 1885. — Diagramme du parcours horizontal sur le sol.



Heures : $5^{min} = 10^{mm}$.

Résultats numériques.

Aller (contre le vent).

Vitesse moyenne de l'hélice		55 tours
» propre moyenne dans l'air (mesurée au ballon loch)		$6^m,00$ par seconde
Durée du trajet	47 minutes ou	2820 secondes
Parcours		7700^m
Vitesse moyenne sur le sol	$\frac{7700^m}{2820^s}$	$2^m,73$
» du vent contraire à la marche.	$6^m - 2^m,73$	$3^m,27$

(Ce dernier chiffre est douteux, en raison du tracé très sinueux de l'itinéraire.)

Retour (avec le vent).

Vitesse de l'hélice............................ ...		55 tours
» propre.................................		$6^m,00$ par seconde
Durée du trajet..................	11 minutes ou	660 secondes
Parcours.....................		5700^m
Vitesse moyenne sur le sol...............	$\frac{5700^m}{660^s}$	$8^m,63$
» du vent favorable à la marche............		$2^m,63$

Remarque. — Les évaluations de la vitesse du vent sont trop faibles, car les trajectoires sont sinueuses, le vent n'étant jamais ni complètement favorable ni tout à fait contraire. L'ensemble des mesures exécutées un peu avant le départ conduit pour le vent à une vitesse de 4^m environ à la seconde.

Le ballon s'éleva par un vent assez rapide, $6^m,50$ à 7^m, soufflant de l'Est. Il était monté seulement par deux aéronautes, MM. Ch. et P. Renard.

Pendant une heure, il lutta contre le vent, avançant légèrement dans les basses régions, reculant un peu dès qu'il fut arrivé à l'altitude de 400^m.

Diverses évolutions furent exécutées, et l'aérostat, après avoir dérivé de 1800^m environ, atterrit heureusement près de Villacoublay, où il était attendu par l'équipe des ouvriers militaires de Chalais. Le mécanisme s'était admirablement comporté pendant cette expérience préliminaire et le succès des essais futurs nous parut certain.

Ascension du 22 *septembre.* — Le 22 septembre, le vent soufflant du nord-nord-est, c'est-à-dire de Paris, et sa vitesse ne dépassant pas $3^m,50$ par seconde au ras du sol, le départ fut décidé. Le ballon emportait trois aéronautes, le capitaine Ch. Renard, chargé de la machine et du gouvernail, le capitaine P. Renard, ayant pour mission d'exécuter les mesures et observations de toute nature, et M. Duté-Poitevin, aéronaute de l'établissement, chargé de la manœuvre du lest et de la soupape.

Le départ eut lieu à $4^h 25^m$ du soir, par un temps humide et brumeux. L'hélice fut mise en mouvement et le cap dirigé sur Paris.

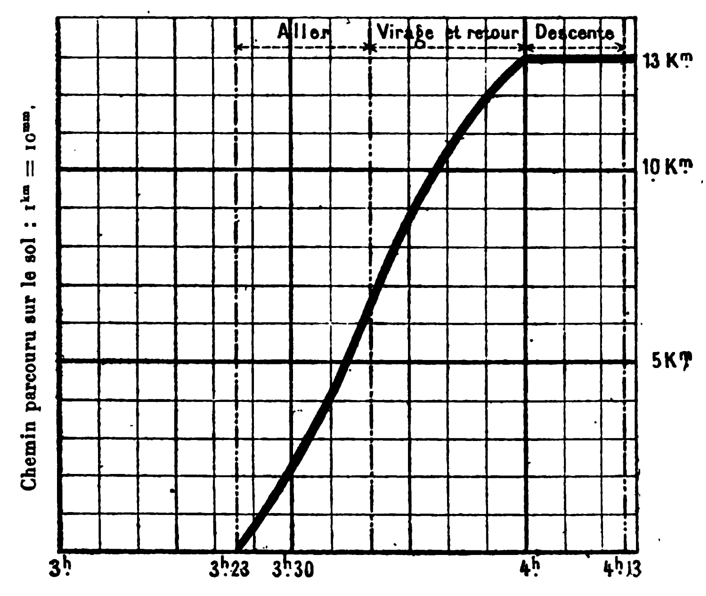
Nous eûmes d'abord quelques embardées, mais elles cessèrent bientôt de se produire, et dès lors, malgré le vent, le ballon, s'engageant au-dessus du village de Meudon, traversa le chemin de fer et atteignit la Seine vers 5^h, à l'extrémité ouest de l'île de Billancourt. La vitesse propre du ballon fut alors mesurée, au moyen du loch. Elle fut trouvée égale exactement à 6^m par seconde.

A $5^h 12^m$, après quarante-sept minutes de voyage, l'aérostat entrait dans l'enceinte de Paris. Malgré notre désir de prolonger l'expérience, nous dûmes alors effectuer notre voyage et revenir à Chalais. Le temps était devenu, en effet, de plus

en plus humide, et nous avions sacrifié la plus grande partie de notre lest.

BALLON DIRIGEABLE « LA FRANCE ».

Ascension du 23 septembre 1885. — Diagramme du parcours horizontal sur le sol.



Heures : $5^m = 10^{mm}$.

RÉSULTATS.

Aller (avec le vent).

Vitesse	moyenne de l'hélice (pile relevée)........	47 tours
»	propre moyenne dans l'air...............	$5^m,12$ par seconde
»	moyenne sur le sol............... $\frac{6500^m}{1020^s}$	$6^m,32$
»	du vent favorable à la marche............	$1^m.20$

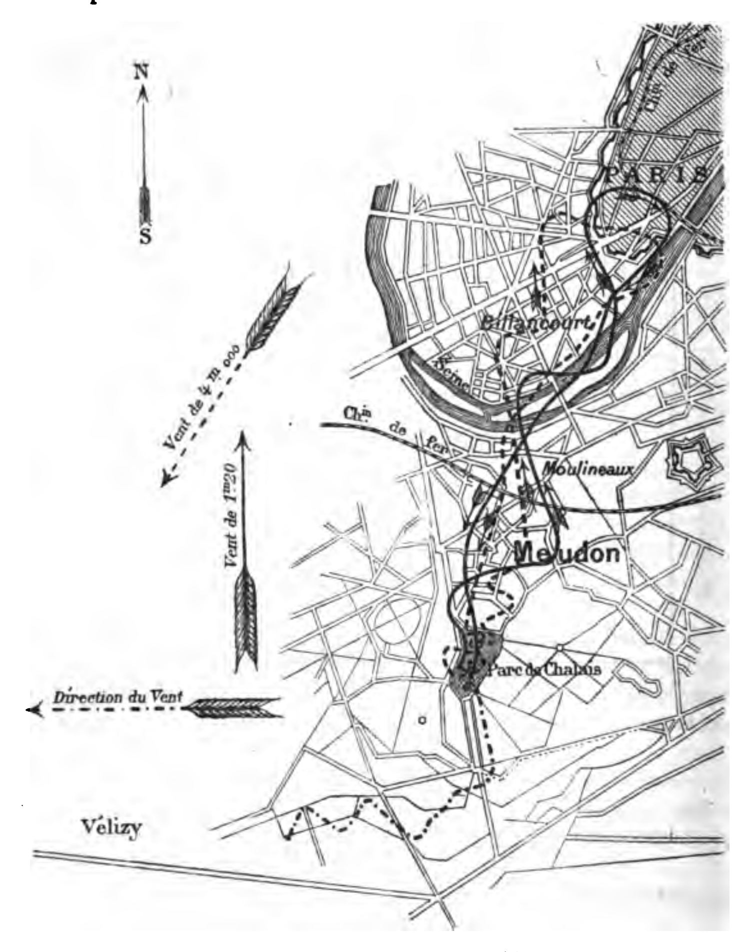
Retour (contre le vent).

Vitesse	moyenne de l'hélice (pile entièrement plongée).	55 tours
»	propre moyenne dans l'air..................	$6^m,00$ par seconde
»	» sur le sol.........................	$5^m,42$ »
»	du vent contraire à la marche............	$0^m.68$ »

Remarque. — Cette différence entre les deux vitesses du vent provient de la différence des altitudes : 250^m en moyenne à l'aller, et 400^m au retour.

Le retour s'effectua rapidement, car nous avions cette fois le vent pour nous. Onze minutes suffirent pour parcourir, au retour, un chemin qui nous avait coûté à l'aller quarante-sept minutes d'efforts. L'aérostat vira de bord, pour atterrir debout

au vent, et notre nacelle descendit doucement sur la pelouse des départs.



Ascension du 25 Août 1885

Ascension du 22 Septembre 1885

Ascension du 23 Septembre 1885

Ascension du 23 septembre. — Le lendemain, devant M. le général Campenon, Ministre de la Guerre, et M. le général Bressonnet, président du Comité des fortifications, on recommença l'expérience de la veille.

L'itinéraire fut à peu près le même, mais le vent était plus faible et nous portait vers Paris.

De nouvelles mesures de vitesse furent exécutées, et les

résultats des deux journées furent concordants : le ballon revint comme la veille à son point de départ.

Formules du travail. — Les mesures de vitesse, que nous avons exécutées pendant ces deux expériences, nous ont permis d'établir sur des *bases sérieuses* les formules fondamentales qui peuvent servir à l'évaluation de la résistance des ballons analogues à *la France*, en y comprenant le filet et la nacelle. Les résistances mesurées sont beaucoup *plus grandes que nous ne l'avions cru* sur la foi des expériences très incomplètes dont nous avions dû nous contenter pour l'établissement de notre projet.

Si l'on désigne par

R la résistance de l'air au mouvement longitudinal de l'appareil (en kilogrammes);
v sa vitesse en mètres par seconde;
θ le travail de traction direct;
T le travail sur l'arbre de l'hélice;
D le diamètre du ballon,

on aura

$$(1)\qquad R = 0,01655\, D^2 v^2,$$
$$(2)\qquad \theta = 0,01685\, D^2 v^3,$$
$$(3)\qquad T = 0,0326\, D^2 v^3.$$

S'il s'agit, par exemple, d'un ballon de 10^m de diamètre (3142^{mc} environ), la force motrice nécessaire pour lui inprimer une vitesse propre de 10^m par seconde, qui suffirait pour le diriger dans la plupart des cas, serait, d'après l'équation (3),

$$T = 0,0326 \times \overline{10}^2 \times \overline{10}^3 = 3260^{kgm} \quad \text{ou} \quad 43^{chx},5.$$

Nous terminons cette Note en résumant, dans un Tableau, les résultats obtenus dans les sept ascensions du ballon *la France*. Les vitesses des ascensions de l'année dernière ont été rectifiées d'après les résultats des ascensions du 22 et du 23 septembre 1885 :

Numéros des ascensions.	Dates.	Nombre de tours d'hélice par minute.	Vitesse du ballon en mètres par seconde.	Observations.
1....	9 août 1884	42	$4^m,58$	Le ballon rentre à Chalais.
2....	12 sept. 1884	50	5,45	Avarie de machine. Descente à Velizy.
3....	8 nov. 1884	55	6,00	Le ballon rentre à Chalais.
4....	»	35	3,82	»
5....	25 août 1885	55	6,00	Vent de $6^m,50$ à 7^m. Descente à Villacoublay.
6....	22 sept. 1885	55	6,00	Le ballon rentre à Chalais.
7....	23 sept. 1885	57	6,22	»

L'aérostat est revenu cinq fois sur sept à son point de départ.

Torpilleur sous-marin Nordenfelt.

Dans les derniers jours de septembre, on a expérimenté dans le Sund un torpilleur sous-marin inventé par M. Nordenfelt. La question des bateaux submersibles est trop importante, au point de vue de la guerre navale et de la défense des côtes, pour que la *Revue* ne donne pas un résumé de ces intéressants essais et des diverses tentatives de navigation sous-marine mentionnées par les journaux étrangers.

Il y a une trentaine d'années, un ingénieur bavarois construisit et expérimenta, avec un certain succès, paraît-il, un bateau capable de marcher à volonté sous l'eau ou à la surface de l'eau. Ces essais ne furent pas continués. On cite, dans la guerre de Sécession, quelques tentatives du même genre.

A l'époque actuelle, on signale en Russie des expériences sur un bateau sous-marin construit en Amérique, mû par l'électricité, et capable de faire 25^{km} sous l'eau sans revenir à la surface. Pendant tout ce temps, les trois hommes formant l'équipage vivent au moyen d'une réserve d'air comprimé. La longueur de ce petit navire est très faible, $8^{m},50$ seulement.

Le Dr Tuck, de New-York, a imaginé un torpilleur de 9^{m} de longueur, muni de sortes de nageoires qui permettent de le diriger sous l'eau. Pour s'enfoncer on fait pénétrer l'eau dans certains compartiments, et pour remonter, on l'expulse au moyen de pompes. L'équipage n'est que de deux hommes; les torpilles flottent autour du bateau, soutenues par des lièges. Les mécanismes moteurs et directeurs, ainsi que tous les organes accessoires, sont mus par l'électricité.

Tout récemment le lieutenant Zalinski présenta aux États-Unis un petit navire construit en fer et en bois, de 15^{m} de longueur sur $2^{m},80$ de largeur maximum, mû à la vapeur et utilisant comme combustible de l'huile minérale. Ce bateau peut s'enfoncer de manière à ne plus laisser au-dessus de la surface de l'eau qu'une tourelle de 45^{cm} de diamètre, émergeant seulement de 25^{cm}, et servant d'observatoire au capitaine. Il porte à l'avant un éperon en acier, est muni d'une lame tranchante pour couper les obstacles tels que filets ou câbles tendus en travers d'une entrée de port étroite, et possède un dispositif pour le lancement des torpilles. Il est armé d'un canon pneumatique du calibre de 25^{cm}, capable de lancer jusqu'à 700^{m} des obus chargés de 100^{kg} de dynamite.

On a aussi annoncé qu'un ingénieur danois, M. Keifler, a soumis à la marine allemande le projet d'un navire marchant à la vapeur, et renfermant une quantité d'air suffisante aux besoins d'un équipage de quatre hommes, pendant un séjour de douze heures sous l'eau. L'immersion se fait au moyen

d'appareils qui, convenablement réglés, maintiennent automatiquement le bateau à la profondeur voulue.

Sur toutes les tentatives dont il vient d'être question et sur quelques autres que nous n'avons pas mentionnées, la presse étrangère n'a donné que des renseignements incomplets, et il semble que la plupart n'aient pas produit, jusqu'à ce jour, de résultats complètement satisfaisants.

Au contraire, on a publié sur le torpilleur Nordenfelt et sur les essais qu'il a faits des détails assez complets pour que l'on puisse se faire une idée d'ensemble de ce nouvel engin de guerre et de ses qualités offensives.

C'est il y a deux ans environ que M. Nordenfelt, après plusieurs essais préliminaires, commença la construction du bateau récemment soumis aux expériences. Ce navire, dont la forme générale est celle d'un cigare allongé, a une longueur de $19^{m},50$, une largeur maximum de $2^{m},75$ et une profondeur de $3^{m},35$. Il est complètement en tôle d'acier, d'une épaisseur de 16^{mm} vers la partie centrale, et de $9^{mm},6$ seulement aux deux extrémités.

Le bordé est soutenu par des couples en fer d'angle, dont l'âme et la cornière ont chacune 76^{mm} de hauteur, sur une épaisseur de $9^{mm},6$; ces couples sont placés à une distance de 914^{mm} l'un de l'autre. Au milieu du pont s'élève une tourelle de $0^{m},60$ de hauteur, fermée en haut par une coupole mobile en verre. Cette dernière est elle-même protégée en partie par une couverture en fer. La partie non recouverte permet au capitaine de voir au dehors du bateau. Cette tourelle sert en même temps à l'entrée et à la sortie de l'équipage, qui est de quatre hommes; à cet effet, la coupole peut glisser sur des rails et dégager ainsi l'ouverture de la tourelle.

La force motrice est la vapeur, et le combustible est l'anthracite, qui dégage peu de fumée. La chaudière est à tirage forcé. La machine Compound, à condensateur et à deux cylindres de 305^{mm} et 380^{mm} de diamètre, met en mouvement une hélice de $1^{m},50$, placée à l'arrière.

Quand le navire est immergé, la force motrice est constituée par la vapeur produite par de l'eau surchauffée contenue dans deux réservoirs, placés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière du bâtiment, et en communication avec la chaudière. Ils sont enveloppés par les tuyaux de dégagement de la fumée, de façon à utiliser le mieux possible toute la chaleur du combustible. Ces tuyaux débouchent à l'arrière, sans faire aucune saillie. Quand la machine marche à la pression normale et que la chaudière et les réservoirs sont pleins, ils renferment un poids de 8 tonnes d'eau, à une pression de plus de 10 atmosphères.

Le mécanisme d'immersion se compose d'un moteur, d'un

régulateur automatique et d'un mécanisme de sûreté. Le moteur est constitué par deux hélices à axes verticaux portés à droite et à gauche du navire, dans des tambours analogues à ceux qui renferment les roues motrices de certains bateaux. Ces tambours portent à 3^m la largeur totale du navire en son milieu. Les hélices sont actionnées par une petite machine spéciale dont le cylindre n'a que 101^{mm} de diamètre sur 152^{mm} de longueur. Quand le navire flotte, cette machine peut être embrayée sur le ventilateur, ou sur la grande hélice motrice, de façon à augmenter la vitesse.

Le régulateur automatique consiste en deux gouvernails horizontaux portés à l'avant du navire et montés sur le même axe. Ces gouvernails sont reliés à des bras de levier commandés par des pendules très lourds. Quand le bateau est immergé, ce mécanisme agit pour le maintenir à la profondeur voulue. En effet, dès qu'il tend à monter ou à descendre, les pendules, qui restent verticaux, agissent sur les gouvernails horizontaux de façon à contrarier ces mouvements.

Le mécanisme de sûreté est constitué par un robinet qui commande le tuyau d'échappement de la vapeur de la machine d'enfoncement.

Ce robinet est manœuvré par un levier que l'on a chargé d'un poids équivalent à la pression de l'eau à la profondeur à laquelle on veut descendre. Si cette profondeur est dépassée, le robinet se ferme automatiquement, les hélices latérales cessent de fonctionner et le navire tend à remonter.

Outre les appareils que nous venons de décrire, le bateau est muni de différents organes accessoires, dont les principaux sont : une petite machine à vapeur, semblable à la machine des hélices latérales, actionnant le ventilateur à l'air libre; un appareil destiné à rafraîchir l'air; un autre indiquant la composition de l'air renfermé dans le bateau et ses qualités respiratoires; un autre encore indiquant, à chaque instant, la profondeur à laquelle on se trouve. Ce dernier, ainsi que la boussole, le baromètre, le thermomètre, les appareils de lancement des torpilles, la barre commandant le gouvernail de l'arrière et les mécanismes pour la transmission des ordres, sont sous la main du capitaine, dans son poste d'observation, sous la tourelle centrale.

Le bateau, abandonné à lui-même, flotte à la surface. Il est construit de façon à pouvoir résister facilement à la pression de l'eau à 30^m de profondeur, ce qui correspond à 3^{kg} par centimètre cube. Quand on veut l'immerger, on bouche de l'intérieur les tuyaux d'échappement de la fumée et on supprime ainsi le tirage, en même temps que l'on ferme hermétiquement le bateau. Puis on met en action les hélices latérales. Le navire arrivé à la profondeur voulue, la machine stoppe

d'elle-même, grâce au dispositif de sûreté décrit plus haut. Si l'on veut interrompre la descente, il n'y a qu'à arrêter le mouvement des hélices. A partir de ce moment, le bateau tend à remonter, et n'est maintenu sous l'eau que par l'action des gouvernails horizontaux. Si ceux-ci se trouvaient insuffisants, il n'y aurait qu'à remettre les hélices en mouvement, à marche très lente.

Pour remonter, on fait marcher les hélices en sens inverse, en supprimant l'action des gouvernails de l'avant : ce dernier moyen pourra même suffire sans l'emploi des hélices. Si une avarie quelconque se déclarait pendant que l'on est sous l'eau, et si l'on voulait remonter rapidement, on pourrait, au moyen de pompes puissantes, vider en très peu de temps les huit tonnes d'eau de la chaudière et des réservoirs. Allégé de ce poids, le bateau reviendrait immédiatement à la surface.

L'armement du navire consiste en une torpille Whitehead, à l'avant, une torpille Nordenfelt et un canon-revolver de 38^{mm} lançant des projectiles de 800^{gr} chargés de dynamite. Ce canon est placé en avant de la tourelle centrale; il servirait à la surface de l'eau à la défense du bateau contre les embarcations plus rapides.

Le torpilleur Nordenfelt, construit à Stockholm, fut conduit par canaux jusqu'à Gothembourg, sur la côte est du Kattegat, et de là par mer à Landskrona, sur la rive suédoise du Sund. Ce voyage, de près de 500^{km}, s'effectua sans aucune avarie, et le bateau se montra même bon manœuvrier dans sa course en pleine mer.

Le 22 septembre commencèrent les expériences officielles, en présence d'un nombre considérable d'officiers et de hauts personnages de tous les pays. Le torpilleur fut remorqué pour sortir du port de Landskrona; dans cette opération, le câble de remorque faussa les deux gouvernails horizontaux, de telle sorte que, dans cette première journée, on dut se borner à des évolutions à la surface, et à quelques immersions de peu de durée, à des profondeurs variant de $1^{m},50$ à 5^{m}.

On constata qu'il fallait à peine une demi-minute au bateau pour disparaître sous l'eau.

Le 23, on se borna à une course d'une quinzaine de kilomètres dans la direction d'Helieneur, dans le but de mesurer la vitesse du navire en pleine marche, et de constater son degré de visibilité sur l'eau.

Le 24, l'avarie des gouvernails étant réparée, on fit des expériences de marche sous-marine; le torpilleur resta immergé pendant des durées variables et il exécuta différents mouvements sous l'eau.

Les jours suivants on simula l'attaque d'un cuirassé, on

laissa le navire immergé pendant plusieurs heures consécutives, et l'on fit divers essais de vitesse.

Voici quels ont été les résultats de ces expériences :

Le navire, marchant à la surface, se comporte bien à la mer. Sa vitesse maximum est de huit nœuds, soit près de 15^{km} à l'heure. Il s'est toujours enfoncé et a remonté facilement. Il s'est maintenu à $0^{m},30$ près à la profondeur voulue, qui, à la vérité, n'a jamais dépassé $5^{m},50$.

Sa vitesse sous l'eau ne s'est pas élevée au-dessus de trois nœuds, c'est-à-dire $5^{km},500$ à l'heure; mais il faut ajouter que, par prudence, on n'a jamais marché à pleine vitesse; aussi espère-t-on pouvoir atteindre une rapidité d'au moins 10^{km}.

Le torpilleur est capable de fournir sous l'eau, et d'une seule traite, un trajet de 20 à 25^{km}. Il porte assez de charbon pour franchir une distance de 240^{km} sans se réapprovisionner.

L'équipage n'a pas souffert du manque d'air pendant une immersion de six heures consécutives, bien qu'il n'existât aucun appareil pour purifier ou renouveler l'air. La température, pendant cet espace de temps, ne s'est pas élevée au-dessus de 24° C. malgré le voisinage des réservoirs d'eau surchauffée.

Grâce à ses petites dimensions et à son peu d'élévation audessus de l'eau, le torpilleur Nordenfelt est très peu visible. Par une mer calme, on l'apercevait à peine à la distance de 1^{km}; la tourelle seule apparaissait nettement ainsi que le sillage à l'arrière. A 1400^{m}, il est pour ainsi dire invisible. Immergé à $1^{m},50$ sous l'eau, il n'est trahi que par une tache obscure visible à 500^{m}; mais on le perd de vue dès qu'il se met en mouvement et il est impossible de prévoir le point où il émergera. Par une mer un peu forte, il est un peu plus visible à cause des paquets d'eau soulevés. Son attaque contre un cuirassé a bien réussi : il a pu, sans être aperçu, approcher de son adversaire à bonne distance pour lancer une torpille Whitehead.

L'impression générale produite par ce nouvel et formidable engin a donc été satisfaisante. Comme imperfections de détail, on lui reproche sa vitesse trop faible sur l'eau et sous l'eau; sa tourelle est trop apparente; il lui faut douze heures pour se mettre sous pression, ce qui est beaucoup; ses gouvernails horizontaux paraissent un peu fragiles et sujets à avaries; enfin il ne peut fournir une longue course en mer, à cause de son faible approvisionnement en charbon. Ce dernier reproche tomberait en partie, si l'on augmentait la quantité de combustible transportée, en rachetant cette surcharge par une diminution du nombre de couples en fer d'angle qui soutiennent le bordé; ces couples sont en effet, au dire des personnes compétentes, plus rapprochés que ne l'exigerait la solidité du navire. Quant aux autres défauts signalés, nul doute que l'on

n'arrive aisément à les corriger, et alors la marine possédera un instrument de destruction plus terrible encore que les torpilleurs et qui est peut-être appelé à modifier profondément les conditions de la guerre navale.

La pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1885.

Le phénomène des étoiles filantes de novembre a pris cette année une intensité assez rare; cela était prévu à la suite des observations de la comète de Biéla; il n'a été vu que dans peu de villes du Nord, où le ciel était généralement couvert, mais il a attiré l'attention d'un grand nombre d'observateurs dans le Midi. Notre collaborateur et ami, M. F. Zurcher, de Toulon, a voulu être le premier à nous signaler le phénomène, et dès samedi matin, 28 novembre, nous recevions de lui la dépêche suivante :

« Hier 27 novembre, dès le coucher du soleil, une magnifique pluie d'étoiles filantes a été observée, semblable à celle de même date, de 1872, décrite par Denza; cependant aucun bolide. Plusieurs égalaient Vénus en éclat. Traînées de longueur et couleurs diverses. Maximum huit heures, puis diminution rapide. Centre γ d'Andromède :

F. Zurcher. »

Dans une lettre postérieure, adressée à M. Amédée Guillemin, qui nous l'a communiquée, M. Zurcher rapporte qu'il y avait des groupes de 4, 6, 8, 10 et même 12 étoiles qui partaient ensemble. Il rappelle que Le Verrier lui écrivait, lors du phénomène de 1872 : « Nous avons passé par la comète de Biéla. La reproduction du phénomène, à treize ans de distance, est bien curieuse. »

M. Henry Courtois, le savant astronome amateur du Lot-et-Garonne, nous a écrit la lettre suivante :

« J'ai observé hier 27, à l'entrée de la nuit, les étoiles filantes du 27 novembre 1885. Le spectacle, quoique moins grandiose que le 27 novembre 1872, était splendide à 6^h du soir; les météores paraissaient s'éloigner d'un point situé entre Cassiopée vers β d'Andromède. A 6^h du soir, un magnifique météore s'est dirigé de Cassiopée vers β d'Andromède où il a disparu laissant une trace persistante; il était suivi d'une longue queue et son éclat égalait celui de Vénus; un instant après, un autre météore s'est dirigé de Cassiopée vers Wéga de la Lyre; il était aussi brillant et également suivi d'une queue. Vers 7^h, le temps s'est couvert, ce qui a rendu les observations impossibles. (H. Courtois, à Muges, près Damazan, Lot-et-Garonne). »

Nous avons reçu d'autre part, d'un de nos lecteurs de la Roche-sur-Yon, le récit que l'on va lire :

« Le phénomène prévu par les astronomes et porté à la connaissance du public par les journaux s'est manifesté avec éclat. Dans notre localité, de sombres et larges nimbus encombraient le ciel, mais de temps à autre s'ouvraient entre les nuages inopportuns de vastes interstices qui ont permis aux observateurs de jouir du spectacle curieux de cette pluie de feux météorites qui éclatait parfois à l'instar d'un feu d'artifice. De 6^h à 7^h du soir, il était impossible à un observateur seul, même attentif, de les compter : c'était par trois et quatre que ces lumières célestes s'élançaient des différents points de l'espace avec une direction générale de l'est à l'ouest ou est-sud-ouest. A d'autres instants, je suis parvenu à en compter jusqu'à 95 en cinq minutes. (RONDENET, à la Roche-sur-Yon). »

Un de nos lecteurs, de Nice, nous informe que le phénomène a été très bien observé dans cette région. Un de nos abonnés nous apprend qu'il en a été de même à Lille. De nombreuses observations, analogues aux précédentes, nous ont été adressées de Niort, de Marseille, de Nîmes; d'autres ont été faites dans le midi de l'Europe.

M. le Dr F.-A. Forel nous envoie de Morges, en Suisse, une Notice intéressante sur les observations faites dans son pays.

« La grande apparition des météores de la comète de Biéla a été observée partout. J'ai reçu des observations de Genève, Aigle, Neuchâtel, etc. Il semble que le feu d'artifice a été aussi brillant qu'en novembre 1872. Le nombre des étoiles filantes a été évalué à Genève de 50 à 60 par minute; le point d'irradiation était vers le centre d'Andromède. Le moment de l'apparition a été à Genève de 7^h à 8^h soir. »

(*La Nature.*)

Régime général du temps en Europe pendant le mois de septembre 1885.

Observations faites au Bureau central météorologique, par M. Fron.

Le mois de septembre 1885 est pluvieux, froid, avec une pression barométrique moyenne inférieure à la normale.

A Paris (Saint-Maur), le baromètre est bas du 2 au 12; il descend très rapidement le 11, jour du minimum absolu du mois ($744^{mm},7$); il est ensuite élevé du 12 au 24, le maximum a lieu le 22 ($772^{mm},1$). La moyenne, $761^{mm},8$, est inférieure de $0^{mm},5$ à la moyenne.

La température est basse du 1er au 13, elle oscille du 14 au 23, puis devient très basse du 24 au 30. Le minimum absolu (0°,7) a lieu pendant cette période, le 26. Le maximum (29°,1) est constaté le 15. La moyenne du mois (14°,7) est inférieure de 0°,9 à la normale.

L'humidité est plus forte que les mois précédents. La pluie recueillie a été de $56^{mm},8$, tombée en 18 jours. Elle surpasse la normale de $2^{mm},5$.

Les vents du sud-ouest dominent. Il y a eu deux jours de grand vent, le 11 du sud-ouest à l'ouest et le 30 du sud-sud-ouest.

Première période (du 2 au 10 septembre 1885). — *Vent d'entre sud et ouest. Temps froid, pluvieux.* — Pendant cette période, le régime cyclonique domine sur le nord-ouest de l'Europe. Une première bourrasque passe en Russie, puis trois minima principaux sont signalés dans les parages des Iles Britanniques. Le premier correspond à une dépression qui se montre à l'ouest de l'Irlande; elle traverse l'Écosse le 4 et se dirige vers le Danemark; le 6 septembre, une autre gagne le canal d'Irlande, elle se trouve le 7 au soir vers Londres, et le 10 près de Christiania; enfin, le 8, une dernière passe au nord de l'Écosse. Le passage de ces trois dépressions est signalé en France par un temps pluvieux et de nombreux orages. Toutefois, le vent ne prend un peu de force que sur les côtes de la Méditerranée.

Cette période se termine le 11 par une violente tempête, due à une bourrasque qui traverse brusquement la Manche de l'ouest à l'est et se trouve le 11 près de Dunkerque où le baromètre descend à 741^{mm}; le vent souffle momentanément d'entre ouest et nord sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique. Le 12, le centre de cette bourrasque se trouve vers Berlin, le baromètre a subi une hausse de 20^{mm} dans le Pas-de-Calais, mais le vent est revenu au sud-ouest sur nos côtes, et une nouvelle baisse de 8^{mm} qui se produit à Valentia annonce l'arrivée d'une autre bourrasque qui traverse le 13 les Hébrides et se dirigera vers la Norvège et la Baltique.

Deuxième période (du 14 au 23 septembre 1885). — *Vent faible variable, temps beau ou orageux.* — A partir du 15, l'aire des fortes pressions s'établit sur nos régions, une période de beau temps commence et dure jusqu'au 23. Elle est troublée du 17 au 19 par la présence d'une faible dépression orageuse apparue le 17 près du Pas-de-Calais et marchant vers Berlin. Celle-ci n'est elle-même qu'un satellite d'une dépression principale qui traverse les régions boréales des Féroë à la Laponie. Elle a été précédée d'une forte hausse de la température, surtout dans le centre, où le thermomètre atteint 29° à Saint-Maur, Nantes, Lyon, 30° à Tours et 32° à

Clermont, tandis qu'il s'est élevé seulement à 28° à Perpignan.

TROISIÈME PÉRIODE (du 24 au 28 septembre 1885). — *Vent faible du nord. Temps froid.* — A partir du 24 septembre, les basses pressions, qui jusque-là étaient concentrées dans le nord, se propagent vers l'Europe centrale et le bassin de la Méditerranée. La baisse barométrique est de 10^{mm} sur la Baltique, de 8 en Autriche; un régime de vents du nord s'établit sur nos régions où un refroidissement intense va se faire sentir. Ce refroidissement est activé par la présence vers Gênes d'une dépression, venue de Gibraltar et qui se dirige vers l'Autriche. Le thermomètre descend vers 4° à Lyon, Tours, Toulouse, vers 0° à Paris, Nancy, Nantes, vers — 2° au Puy-de-Dôme, et à — 12° au Pic-du-Midi.

QUATRIÈME PÉRIODE (du 29 au 30 septembre). — *Vents du sud-ouest, pluies.* — Le 29 septembre, les basses pressions se montrent de nouveau vers les Iles Britanniques, tandis que le baromètre monte rapidement en Espagne. Les vents reviennent donc au sud-ouest sur nos côtes, où ils soufflent avec force, activés par la présence d'une dépression. Celle-ci atteint, le 30 au matin, les Hébrides où elle amène une baisse de 20^{mm} en vingt-quatre heures; son arrivée met fin au froid intense qui régnait dans la dernière période.

En somme, les mauvais temps ont dominé sur la France pendant ce mois et la seule période belle du 14 au 23 a été troublée quatre jours par des orages.

L'Association scientifique a reçu de M. Gauthier-Villars les ouvrages suivants :

Sur l'origine du monde, théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes, par M. Faye, membre de l'Institut, 2e édition. — *Introduction à l'étude de l'Électricité statique*, par MM. Bichat et Blondlot. — *Problèmes de Physique et leurs Solutions développées*, par MM. Chevallier et Müntz. — *Les Figures réciproques de Statique graphique*, par L. Cremona, Directeur de l'École d'application des Ingénieurs à Rome, traduction de M. Bossut, capitaine du génie, avec un atlas. — *Traité pratique des émaux photographiques*, par M. Geymet, 3e édition.

Le Gérant : E. COTTIN,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

27 DÉCEMBRE 1885. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 300.

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES.

ANNÉE 1886.

Les conférences scientifiques et littéraires de notre Association fusionnée avec l'Association française pour l'avancement des Sciences auront lieu, comme depuis l'année 1878, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, les samedis, à 8h 30m du soir.

Elles commenceront le samedi 23 janvier et se termineront le samedi 17 avril.

MM. **Faye**, Membre de l'Institut;
Reinach (Salomon);
Fouqué, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France;
Léger, Professeur au Collège de France;
Hément (Félix), Inspecteur général de l'Instruction primaire;
Davanne, Vice-Président de la Société de Photographie;
Schrader, Membre de la Commission centrale de la Société de Géographie;
Wolf, Membre de l'Institut;
Bréal (Michel), Membre de l'Institut;
Oustalet (le Dr), aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle;
Regnard (le Dr), Professeur à l'Institut national agronomique, Directeur adjoint du laboratoire de Physiologie à la Faculté des Sciences;
Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut;
Gautier (Armand), Professeur à la Faculté de Médecine,

ont bien voulu promettre leur concours pour l'année 1886.

Dans le prochain numéro du *Bulletin*, nous donnerons les titres des sujets choisis par les professeurs.

De l'utilité que présente la connaissance des déplacements du courant du gulf-stream, au point de vue de la prévision du temps à longue échéance;

Par M. DE TASTES.

Dans l'état actuel de la Météorologie, des prévisions qui renseigneraient l'agriculteur sur le caractère d'une saison quelques mois à l'avance paraissent impossibles, et cependant ce sont celles dont il pourrait tirer le meilleur parti. Je reconnais autant que personne la difficulté actuelle de prévisions régulières faites chaque année, l'hiver, par exemple, sur le caractère de l'été suivant, et pourtant je me suis toujours attaché à rechercher si dans quelques cas rares, en saisissant des indices souvent légers et des renseignements puisés un peu partout, il ne me serait pas possible de hasarder quelques prévisions de ce genre, dans une région donnée et en particulier dans notre pays. Depuis l'époque où la puissante initiative de Le Verrier renouait en France la chaîne interrompue des travaux de Lavoisier et de Lamarck, c'est-à-dire pendant une période de vingt ans, je n'ai eu que quatre fois l'occasion d'émettre avec succès des prévisions à longue échéance, savoir la sécheresse de 1870 et l'hiver rigoureux qui l'a suivie, les caractères généraux de 1872, l'hiver si doux de 1874, et enfin l'été si sec de 1885, ainsi qu'on peut le voir dans le *Bulletin mensuel du Bureau Central météorologique* de mai 1885.

Je demande à l'Académie la permission de lui exposer les considérations qui m'ont permis de hasarder cette dernière prévision. Tout le monde reconnaît que le grand courant aérien circulant autour de l'aire des hautes pressions, qui oscille autour de la région des Açores, est le facteur principal de la climatologie européenne et lui confère ses privilèges météorologiques parmi les régions de l'hémisphère nord comprises entre les mêmes parallèles. Mais la même unanimité n'existe pas à l'endroit des causes qui déterminent cette circulation. J'ai cherché à établir, dans des travaux antérieurs, que si la Terre présentait une surface homogène, il n'y aurait aucune raison pour que le courant qui porte l'air de l'équateur vers les pôles et le courant de retour qui en est la conséquence inévitable s'établissent sur un point plutôt que sur un autre, mais que le courant marin du gulf-stream était le lieu d'élection du courant aérien, qu'il lui servait d'amorce, qu'il y avait un gulf-stream atmosphérique entourant une sorte de mer des sargasses aérienne, comme il y a un gulf-stream océanique, et que, par conséquent, s'il se produit une modi-

fication dans la direction de ce dernier, elle ne peut manquer d'exercer une influence sur la direction générale du transport de l'air. Supposons ces deux courants supprimés ou notablement affaiblis, le climat de la France deviendrait celui de l'État du Maine ou de Vermont avec des étés secs et chauds succédant sans transition à des hivers rigoureux (1).

Reste à savoir d'après quels indices on pouvait, au printemps dernier, soupçonner une modification des courants marins. Des télégrammes du *Signal Office* de Washington nous indiquent depuis cette année seulement les coordonnées géographiques des points où l'on rencontre les glaces flottantes descendues de la mer de Baffin vers les plus basses latitudes. Il m'avait semblé qu'elles descendaient plus au sud qu'à l'ordinaire, en rapprochant les dépêches de Washington de quelques renseignements antérieurs, dont l'authenticité ne m'était pas bien démontrée; mais ce qui n'était qu'un soupçon sur le déplacement de la limite nord du gulf-stream vers les basses latitudes se trouvait confirmé par d'autres considérations.

Les dépêches du *New-York Herald*, malgré leur concision, peuvent encore nous fournir d'utiles renseignements. Bien qu'un certain nombre des dépressions annoncées n'arrivent pas jusqu'en Europe, il en est qui aceomplissent la trop longue traversée et abordent les côtes des îles Britanniques et de la France. Or, quand ces dépressions, au lieu d'être signalées comme venant de la région du cap Hatteras pour se diriger vers la Norvège, nous sont indiquées comme partant du Labrador pour aborder l'Irlande et la France, on peut soupçonner qu'une modification importante s'est opérée dans la direction des courants aériens et par suite dans le courant marin dont il suit le cours. D'ailleurs elles portent avec elles leur certificat d'origine. Leur bord méridional où règnent les vents sud-ouest, au lieu de nous apporter en hiver et au printemps les brises tièdes et humides venant des régions subtropicales, donnait, au contraire, des vents aigres et froids comme ceux qui nous viennent de l'Atlantique nord. Je me

---

(1) On pourrait affirmer, sans trop de paradoxe, que les caractères du climat européen sont dus à l'existence de l'étroite bande de terre qui constitue l'Amérique centrale. C'est cette barrière qui force le grand courant marin équatorial à se précipiter vers les passes étroites de Bemini et à se diriger vers l'Europe, en vertu du mouvement de rotation du globe. Qu'une vaste et profonde coupure laisse le courant océanien pénétrer dans le Pacifique entre l'isthme de Darien et celui de Tuantepec, le gulf-stream ne réchauffe plus l'Europe, son congénére aérien change d'allure et les fjords de la Norvège se couvrent de glaciers permanents comme ceux du Groënland.

croyais autorisé à conclure de là que la grande branche du courant aérien avait perdu de sa force d'impulsion vers le nord-est, et que, par suite, notre climat allait affecter, l'été suivant, un caractère continental, c'est-à-dire que la prédominance des vents d'entre nord et est allait amener un été chaud et surtout sec.

Le mois de mai 1885 a eu tous les caractères de la fin des hivers des pays de latitude moyenne à climats excessifs : il a été froid et humide, et, le 24 mai, l'été s'est montré tout à coup, ne nous amenant d'autres pluies que celles fournies par les orages. Mes prévisions étaient confirmées.

Le déplacement du gulf-stream est d'ailleurs rendu vraisemblable par un fait économique qui touche une de nos grandes industries. Les bancs de sardines disparaissent de nos côtes de l'Ouest. Or la présence de ces bancs dépend de celle des aliments que la sardine recherche. Il y a donc perturbation dans le courant marin et dans ses dérivés, comme le courant de Rennel qui longe nos côtes.

Ces prévisions sont fondées sur des faits dont quelques-uns ont encore un caractère conjectural, mais la réalisation des prévisions leur sert de confirmation, de démonstration *a posteriori*.

Je crois, en résumé, que la connaissance exacte des limites du gulf-stream et de ses dérivés aurait, sur les prévisions du temps à longue échéance, l'influence la plus heureuse. Cette connaissance est aujourd'hui très imparfaite, et la vieille méthode des bouteilles et des bouées flottantes, trop rarement employée, est encore la meilleure. Les expériences entreprises par M. Pouchet, avec le concours du prince de Monaco, dans les parages des Açores, sont un premier pas dans cette voie féconde et seront accueillies avec joie et espoir par quiconque s'occupe de Météorologie.

L'électrométallurgie.

CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS;

Par M. ADLER (1).

Le but que je me propose est de propager le plus possible, en la faisant connaître, l'industrie *électrométallurgique*, qui peut rendre de signalés services à tous ceux qui y auront judicieusement recours.

En dehors des personnes qui, par leurs études scientifiques, ont été à même de l'étudier, cette belle industrie est ignorée

(1) Extrait du n° 44 du journal la *Lumière électrique*.

ou incomplètement connue de la grande généralité du public qui, souvent, l'apprécie mal et la critique injustement. Je crois donc faire chose utile en résumant ici tout ce qui se rattache aux applications de la grande découverte des Jacoby, des Spenen, des Muray, des Elkington, des de Ruoltz, des de la Rive, etc., etc., l'une des plus importantes de notre siècle, si riche en inventions admirables.

Ce travail permettra, en effet, à tout le monde de se rendre exactement compte des qualités des œuvres produites par la *galvanoplastie*, de juger de leur valeur artistique ou industrielle et de les comparer aux produits obtenus par la fusion des métaux. On pourra ainsi choisir, parmi les multiples emplois de l'*électrométallurgie,* celui qui s'applique le mieux et le plus économiquement à tel besoin déterminé.

Comme vous le savez, l'*électrométallurgie* est l'art d'extraire, par l'action d'un courant galvanique, les différents métaux de leurs dissolutions salines, en leur conservant les qualités physiques qui leur sont propres.

Si le but que l'on se propose est de précipiter sur un objet quelconque un métal en couche continue, mais non adhérente, de manière qu'une fois séparée la couche représente tous les détails et tout le fini de l'objet, l'opération prend le nom de *galvanoplastie*.

Si, au contraire, on veut recouvrir d'un métal protecteur plus riche ou moins oxydable, en couche continue et adhérente, un objet fait d'un métal plus commun, l'opération prend le nom d'*électrochimie*.

C'est de ces deux branches de l'électrométallurgie que je vais avoir l'honneur de vous entretenir; il vous sera facile d'établir ensuite la différence qui existe entre elles et d'apprécier leurs avantages particuliers.

Je commencerai par la *galvanoplastie*.

On peut faire de la galvanoplastie d'or, d'argent, de platine, de nickel, de fer, etc., mais c'est surtout sur les dépôts galvanoplastiques du cuivre que se sont portées les recherches des savants et des industriels qui se sont occupés d'électrométallurgie. La facilité avec laquelle on arrive à séparer le cuivre métallique de ses combinaisons chimiques, les propriétés physiques de ce métal, la modicité relative de son prix ont beaucoup contribué à activer les recherches des praticiens et à répandre les applications de la galvanoplastie.

On peut affirmer que l'on est arrivé aujourd'hui, autant dans la certitude des procédés en usage que par la bonne qualité des dépôts, de leur homogénéité et de leur malléabilité, à toute la perfection désirable. Aussi la galvanoplastie, celle du cuivre principalement, est-elle employée usuellement dans de larges proportions.

Après la première découverte, faite par M. Jacoby, en 1838, on n'arrivait encore qu'à déposer le cuivre sur les corps métalliques et à obtenir ainsi des plaques de métal offrant en relief l'empreinte exacte du dessin, gravé en creux, sur l'original et *vice versa*.

Une nouvelle observation, faite en 1840, par ce même illustre inventeur, vint compléter son œuvre. Ayant reconnu, par le fait d'un hasard heureux, les propriétés conductrices de la *plombagine* (carbone, graphite, mine de plomb), il eut l'ingénieuse idée de se servir de cette matière pour rendre conducteurs de l'électricité les corps non métalliques et, conséquemment, de les rendre capables de recevoir un dépôt galvanique sur toute leur surface, comme s'ils étaient en métal.

Par suite de cette nouvelle découverte, toutes les matières plastiques, le plâtre, la cire, la gélatine, etc., ont pu être employées pour faire les moules des objets destinés à être reproduits en galvanoplastie, et tous les corps non métalliques ont pu, comme les corps métalliques eux-mêmes, être enveloppés de cuivre galvanique. Il suffisait, pour obtenir ce résultat, de les rendre bons conducteurs au moyen de la plombagine.

Plus tard, on trouva d'autres procédés pour métalliser certains moules ou certains corps difficiles à recouvrir de cuivre et pour lesquels la plombagine ne réussissait qu'imparfaitement; c'est ainsi qu'on employa les poudres métalliques phosphorisées, et surtout la métallisation qu'on obtient sur l'objet lui-même, lorsque sa nature le comporte, par la réduction de certains sels métalliques, la réduction des sels d'argent principalement. Mais, encore aujourd'hui, c'est presque uniquement à la plombagine que tous les industriels ont recours pour métalliser les corps non métalliques et les rendre bons conducteurs.

La *galvanoplastie* donne lieu à quatre séries d'opérations principales dans lesquelles rentrent toutes les applications possibles de cet art. Elle sert :

1° A confectionner en cuivre, en argent, en or, en nickel, en fer, etc., un nombre illimité de reproductions, toutes identiques, d'un objet quelconque, en obtenant une ou plusieurs empreintes ou moules de cet objet, faits avec une matière convenable (la gutta-percha principalement) qu'on aura rendue bonne conductrice de l'électricité, et sur lesquels on aura déposé une couche de métal galvanoplastique de l'épaisseur désirée, de manière que, une fois séparée du moule, cette couche de métal soit la reproduction exacte du modèle.

Les applications principales de cette première série d'opérations sont : la reproduction de tous les objets imaginables, faits de matières quelconques, unis ou formant des creux et

des reliefs, par conséquent de toutes les œuvres de la statuaire et de la sculpture en général; des bas-reliefs et des hauts-reliefs, des rondes-bosses, des statuettes, bustes et statues monumentales; des gravures sur bois et sur métal pour le clichage servant à multiplier les types d'impressions, en un mot de toutes les œuvres d'art, d'art industriel ou simplement d'industrie de toutes formes et dimensions quelconques.

2° A recouvrir de cuivre ou d'un autre métal une matière non conductrice par elle-même de l'électricité, mais préalablement métallisée de manière à enfermer tout l'objet, ou une de ses parties, dans le dépôt galvanique et d'en former ainsi en quelque sorte une masse métallique.

Les applications usuelles de cette deuxième série d'opérations sont : le cuivrage de la fonte de fer à grande épaisseur, le revêtement par une couche de métal galvanoplastique des objets en plâtre, en cire, en verre, en porcelaine, en ciment, en pierre ou marbre, en carton-pâte, en bois, etc., etc., ainsi que des fleurs, des fruits, des insectes, des plumes, des animaux et même de tout ou partie d'êtres humains, de pièces anatomiques, etc.

3° A appliquer sur des objets non métalliques, mais rendus bons conducteurs par une métallisation spéciale, une couche de métal (de cuivre principalement), de manière qu'en séparant la matière non métallique du dépôt lui-même, lorsque ce dernier est effectué, on obtienne en métal galvanoplastique une copie parfaite de l'objet recouvert, moulant exactement tous ses contours et donnant en creux ses parties saillantes et en relief ses parties creuses.

Parmi les applications de cette troisième série d'opérations, je citerai la galvanoplastie faite sur types en cire, en stéarine, en gutta-percha, en gélatine, en métal fusible, etc., pour obtenir des moules parfaits servant à reproduire indéfiniment les originaux, les reproductions de reliefs ou de creux produits sur la gélatine bichromatée par son exposition à la lumière au travers de clichés photographiques pour obtenir des planches en cuivre servant à l'impression aux encres grasses; le moulage en cuivre des peaux originales de toutes sortes pour obtenir des matrices qu'il serait impossible de faire par tout autre procédé et avec lesquelles on arrive à imiter, d'une manière aussi parfaite qu'économique, les cuirs de crocodiles, de requins, de serpents, etc., les fers à gaufrer pour la fabrication des feuillages et fleurs artificiels, fers composés d'une empreinte en cuivre galvanoplastique obtenue en déposant directement le métal sur les feuilles naturelles dont elle épouse les moindres et les plus délicats contours, etc., etc.

4° A appliquer, sur une surface métallique et par conséquent conductrice du courant par sa nature, une couche de cuivre

ou d'autre métal, non adhérente au métal sous-jacent, de manière qu'en séparant les deux métaux lorsque l'opération est terminée, on obtienne une contre-épreuve identiquement semblable à la surface métallique recouverte, mais donnant ses reliefs en creux et ses creux en reliefs.

Les opérations ordinaires de cette quatrième série d'opérations sont le surmoulage des médailles, des cachets, des gravures à l'eau-forte ou en taille-douce, le clichage des compositions d'imprimerie typographique, le contre-moulage des bas-reliefs qui sont de dépouilles, tels que les fers à gaufrer gravés à la main, les sceaux, cachets, etc., etc., et l'affinage des métaux par leur précipitation sur des métaux semblables ou plus communs (électrolyse).

Afin de procéder méthodiquement, c'est de la première série des opérations auxquelles donne lieu la galvanoplastie que je vais vous entretenir; c'est du reste la principale, surtout au point de vue artistique.

Je continuerai ensuite par les trois autres séries dans leur ordre d'énumération.

L'application de la galvanoplastie à la production des œuvres que l'on peut obtenir par la première série des opérations que je viens d'énumérer, et, par suite, les progrès de l'art galvanoplastique dans sa plus belle création, restèrent, pour ainsi dire, stationnaires jusqu'au jour où la gutta-percha fut introduite en France par M. de Montgommery et ensuite appliquée si heureusement à la confection des moules par M. Brandely, galvanoplaste qui, le premier, l'introduisit dans les ateliers.

Grâce aux qualités éminemment plastiques de cette résine, à son inaltérabilité aussi bien dans les acides concentrés que dans les alcalis caustiques, à la précision admirable qu'elle conserve des formes et des moindres détails du modèle qu'elle a servi à surmouler, elle est employée aujourd'hui, presque à l'exclusion de toute autre matière, pour les moulages galvanoplastiques.

Grâce aussi à la plombagine, que firent connaître, comme nous l'avons dit, Jacoby et Murray, à la grande conductibilité qu'elle possède, jointe à une finesse de grain incomparable, à la facilité avec laquelle on peut l'étendre sur les moules à métalliser, sans former la moindre épaisseur appréciable, le galvanoplaste possède maintenant deux éléments principaux de succès pour vaincre toutes les difficultés de son métier. Il n'est presque plus d'obstacles qu'il ne soit en état de surmonter, surtout s'il a un peu de pratique et beaucoup d'initiative pour innover une méthode particulière ou un ingénieux tour de main, lorsque les procédés connus ne peuvent suffire à obtenir les résultats qu'il cherche à atteindre.

Depuis l'introduction dans les ateliers de la plombagine et

de la gutta-percha, la galvanoplastie a pris chaque jour plus d'extension, et elle est arrivée aujourd'hui à un état presque complet de perfection.

Pour la reproduction de toutes les œuvres de la statuaire, la galvanoplastie offre de sérieux avantages sur la fusion des métaux. En effet, le fondeur doit nécessairement se servir pour confectionner ses moules de matières pouvant résister à la haute température du métal en ignition. Il emploie à cet usage du sable qui, si fin qu'il soit, est toujours plus ou moins rugueux et ne donne, malgré tous les soins que peut prendre le mouleur ou les tours de main qu'il emploie, qu'une empreinte bien loin d'être parfaite. La statue qui sort du moule après la coulée exige, pour être terminée, de nombreuses retouches et tout un nouveau travail de ciselure, de ragréure, etc., qui en élève considérablement le prix, tout en diminuant beaucoup, dans la majeure partie des cas, la valeur artistique de l'œuvre originale.

Même lorsqu'une œuvre d'art quelconque est exécutée en bronze fondu par la méthode ancienne appelée *fonte à cire perdue,* procédé qui coûte beaucoup plus cher que celui du moulage au sable presque exclusivement employé de nos jours, et qui ne possède réellement sur ce dernier que le mince avantage de supprimer en partie les coutures provenant de la jointure des pièces du moule, même dans ce cas, dis-je, on ne peut éviter que cette œuvre ne soit moulée aussi au sable et qu'elle ne nécessite, malgré tout, de nombreuses retouches après la fusion. Parmi ces retouches, et ce ne sont pas toujours les plus graves ni les plus importantes, je ne citerai que les centaines de piqûres qui se forment lors de la coulée et qui nécessitent le placement d'autant de rivets dans la pièce fondue pour les boucher. Nous avons vu des bustes de grandeur nature qui, étant achevés, paraissaient des chefs-d'œuvre d'exécution et qui cependant avaient exigé le bouchage de plus d'un millier de piqûres ressemblant à s'y méprendre aux perforations produites dans le bois attaqué par les vers.

Sans parler de la dilatation inégale et du retrait surtout qui se produit au refroidissement lorsqu'une pièce vient d'être coulée, circonstances qui se produisent aussi bien pour les reproductions obtenues par le procédé dit *à la cire perdue* que pour celles exécutées par le procédé au moulage direct au sable et à pièces, la fusion du bronze est une opération difficile, souvent incertaine, surtout pour les grandes œuvres, et dont les résultats laissent souvent beaucoup à désirer. Alors qu'un bronze sort parfaitement réussi de son moule, il faut quand même avoir recours à la main d'un habile ciseleur pour enlever les coutures, réveiller les détails mal venus, accentuer les lignes effacées, chercher enfin à faire revivre la

pensée du maître si souvent éteinte dans la reproduction. Le ciseleur, si habile qu'il soit, ne parvient pas toujours à ce résultat, et lorsqu'il échoue dans cette interprétation, il reste sans doute une œuvre belle peut-être par son travail d'achèvement, mais privée de l'idée, du sentiment, de l'inspiration de l'auteur du modèle original.

Par la galvanoplastie, au contraire, le cuivre déposé rend si bien tous les moindres détails des moules (lesquels sont toujours parfaits lorsqu'on emploie de la bonne gutta-percha et qu'on sait s'y prendre pour les faire) qu'on obtient immédiatement et sans retouche des productions rigoureusement exactes du modèle et où le sculpteur retrouve son œuvre dans toute sa vérité, avec ses défauts et ses qualités.

L'auteur d'un objet sculptural quelconque n'a donc plus à se préoccuper aujourd'hui de savoir s'il saura mettre la main sur des ouvriers habiles à travailler le cuivre, sur des ciseleurs capables de remettre en bon état son œuvre sortie plus ou moins imparfaite des mains du fondeur : il sait qu'en employant la galvanoplastie à la reproduction de son modèle il a affaire à un procédé presque mécanique, faisant bien parce que, bien employé, il ne peut faire autrement que bien. Sachant, en outre, que, par l'emploi du nouveau procédé, aucune difficulté de moulage ne peut entraver la bonne exécution en métal de l'œuvre qu'il veut faire reproduire, l'artiste peut se laisser aller entièrement à son inspiration, car il est certain de retrouver dans l'épreuve galvanoplastique toute la pensée qui a présidé à la création de l'original que son talent a su produire.

Le hasard nous met à même de juger par la comparaison les deux procédés, et d'acquérir, *de visu*, la preuve palpable de la supériorité sensible des reproductions galvanoplastiques sur celles obtenues en bronze fondu, même par le procédé dit *à cire perdue*. Il y a en effet à l'Exposition universelle d'Anvers un même sujet, un buste de Volumnia, du statuaire Paul Devigne, qui a été reproduit par les deux procédés; l'un se trouve dans les œuvres d'art exposées par la Compagnie des Bronzes, et l'autre parmi celles que j'ai exposées moi-même : que l'on compare les deux épreuves avec l'original et le jugement sera facile à rendre sans hésitation.

De même que je viens de parler des qualités plastiques du bronze galvanique et de sa supériorité sur le bronze fondu au point de vue de la perfection des reproductions, je crois utile de dire maintenant quelles sont ses qualités physiques. Cela permettra de compléter la comparaison entre les deux bronzes, et chacun pourra alors juger en parfaite connaissance de cause lequel des deux lui semble préférable pour tel emploi déterminé.

Le cuivre déposé par la galvanoplastie jouit de toutes les précieuses qualités physiques qui font rechercher le bronze produit par les procédés ordinaires de fusion.

Les dépôts métalliques fournis par des courants convenablement appropriés à des bains établis dans de bonnes conditions sont homogènes, ductiles, très tenaces, malléables et jouissent de toutes les qualités et propriétés des métaux les plus purs obtenus par les procédés de la métallurgie ordinaire. C'est ainsi que le cuivre déposé par la pile jouit à un degré supérieur des précieuses qualités physiques qui font rechercher le bronze fondu par les procédés usuels pour certains emplois déterminés.

Des expériences que vous connaissez sans doute, expériences faites la première fois en 1866 par M. Bouilhet à la Société d'encouragement à Paris, ont prouvé, d'une indiscutable manière, la supériorité de ténacité, d'homogénéité du cuivre galvanique sur le cuivre fondu.

Dans ces expériences, M. Bouilhet a soumis à l'action d'une presse hydraulique des échantillons de même volume de cuivre galvanique et de cuivre de fusion pris dans le commerce. L'appareil d'essayage se composait d'un cylindre dont les deux extrémités se fermaient au moyen de deux plaques d'égales dimensions formées du cuivre à essayer. Le cylindre était en communication avec le corps d'une pompe dans lequel on pouvait comprimer l'eau à volonté; un manomètre indiquait la pression obtenue.

Or, il fut reconnu qu'en opérant sur des plaques en cuivre galvanoplastique d'un demi-millimètre d'épaisseur, on peut comprimer l'eau jusqu'à 20^{atm} sans voir apparaître le liquide au dehors, tandis qu'en opérant sur des plaques de cuivre fondu ayant la même épaisseur, on ne peut comprimer l'eau à 12^{atm} sans voir le liquide suinter au travers des pores. Ainsi le cuivre de fusion cédait à la pression de 12^{atm}, alors que le cuivre galvanique supportait, sans se briser, la pression de 20^{atm}.

L'expérience n'a pas été poussée plus loin, de crainte d'accident, car l'appareil d'essayage n'aurait pu supporter une plus forte pression sans se briser.

Les essais comparatifs de densité entre les deux cuivres, essais faits par M. A. Wurtz, membre de l'Institut de France, ont donné des résultats qui sont la confirmation de l'expérience que je viens de rappeler. Ce savant a reconnu, en effet, que la densité du cuivre galvanoplastique varie entre 8905 et 8910, tandis que celle du cuivre fondu n'atteint que 8780 à 8850.

Le bronze fondu est plus aigre, mais il a moins de ductilité et de ténacité que le cuivre galvanique. Comme nous l'avons dit tout à l'heure, cette déduction théorique trouve sa preuve

pratique dans les expériences de M. Bouilhet et dans les essais de M. A. Wurtz. On peut donc admettre que le bronze fondu est plus dur, plus aigre que le cuivre galvanique; mais cette rareté, même jointe à d'autres qualités que je reconnais très volontiers, n'est pas, selon moi, une raison prédominante à la généralisation de son emploi. Il faut avant tout tenir compte des qualités propres du métal à employer en raison de l'usage auquel est destiné l'objet à confectionner avec ce métal et choisir celui qui satisfait le plus possible aux exigences de cet usage.

Il est évident que, pour faire des coussinets, des robinets, des tiroirs de machines à vapeur et une foule d'autres pièces de mécanique qui subissent un frottement continu, qui, par leur usage spécial, ont besoin d'être en métal dur et peu oxydable, on emploiera avec avantage le bronze fondu, et ce, de préférence au cuivre pur. Le bronze fondu sera aussi employé avec économie pour l'exécution de certaines pièces d'art ou d'art industriel où le fini extrême n'est pas demandé, mais où le poids du métal, surtout s'il doit être considérable, constitue la valeur réelle de l'objet.

Jusqu'ici, en tant que métal et pour les emplois qui rentrent dans la série des opérations qui nous occupent, le bronze galvanique coûte plus cher, à poids égal, que le bronze fondu, et jusqu'à ce que la science ait découvert des moyens encore plus économiques que ceux employés jusqu'ici pour produire le cuivre galvanique, une pièce un peu plus lourde, unie, peu ou pas ornementée ou n'ayant pas besoin de beaucoup de fini, coûtera moins cher en bronze fondu qu'en bronze galvanique. Ainsi, comme exemple, un vase uni en bronze fondu pesant 1^{kg} de métal peut coûter, brut de fonte, $3^{fr},50$ à 4^{fr}; le même vase uni, pesant aussi 1^{kg} de métal, coûterait 7 à 8^{fr} si on l'exécutait en bronze galvanique.

Mais si ce vase, au lieu d'être uni, représentait un sujet très travaillé comme ciselure, un chef-d'œuvre de Benvenuto Cellini par exemple, il coûterait une somme énorme pour être exécuté en bronze fondu avec le fini de l'original, alors qu'en galvanoplastie il ne coûterait pas plus que s'il était uni, c'est-à-dire toujours de 7 à 8^{fr}.

A poids égal, les produits de la galvanoplastie, si fouillés, si achevés qu'ils soient, coûtent donc, sauf des cas exceptionnels, le même prix que les produits unis. Dans le bronze fondu, au contraire, et lorsqu'il s'agit surtout d'œuvres d'art, un objet pesant 1^{kg} et même beaucoup moins aura, selon son degré d'achèvement, une valeur souvent supérieure à celle d'un objet pesant 100^{kg}, ne demandant pas de ciselure pour être prêt à livrer.

Quoi qu'il en soit, dans l'application qui nous occupe, il ne

s'agit pas de pièces unies ou peu achevées, d'objets destinés à subir un frottement continu ou des chocs plus ou moins violents par suite d'un travail mécanique journalier; il s'agit de savoir si, pour exécuter une statue ou une sculpture quelconque, c'est-à-dire un travail d'art qui n'a aucune fatigue de ce genre, on doit se préoccuper avant tout de la dureté du métal à employer et ne pas tenir compte des autres qualités qu'il peut avoir. S'il en était ainsi, il ne serait pas même utile d'employer le bronze à la confection des œuvres d'art; la fonte de fer, la fonte blanche surtout, dite fonte de Berlin, est beaucoup plus dure que lui; elle se coule avec infiniment plus de netteté, de facilité et coûte considérablement moins cher. Pourquoi ne l'emploierait-on pas toujours en place du bronze?

C'est parce que, répondra-t-on, la dureté seule de la fonte de fer n'est pas une qualité suffisante pour racheter ses défauts, entre autres sa prompte oxydation et son peu de durée lorsqu'elle est exposée aux intempéries.

Eh bien! on pourra dire de même pour le bronze fondu : sa dureté n'est pas suffisante pour atténuer ses graves défectuosités, notamment celles qui résultent de sa fusion et les inconvénients qui en sont la suite : déformation, retrait, etc., qui nécessitent des retouches souvent considérables et impossibles à éviter.

Ce qu'il faut rechercher dans le métal à employer pour exécuter une œuvre d'art, une statue, etc., c'est une solidité suffisante pour garantir sa durée, jointe à la possibilité d'assurer la parfaite reproduction de l'œuvre originale du sculpteur. Les deux conditions principales à remplir sont donc : 1° solidité et dureté garanties; 2° reproduction irréprochable comme exactitude.

Par tout ce que nous venons de rappeler, il reste bien prouvé que la première de ces deux conditions est largement remplie par le cuivre galvanoplastique, la seconde l'est mieux encore que la première, et, de plus, il reste acquis qu'aucun procédé quelconque de fusion ne peut donner des reproductions d'une fidélité aussi parfaite que celles obtenues par la galvanoplastie. L'emploi de la galvanoplastie reste donc parfaitement indiqué pour la confection des grandes œuvres d'art destinées à être reproduites en métal, et, cela est à espérer du moins, le temps viendra où l'on n'emploiera plus d'autre procédé que celui-là pour ce genre de travail.

On ne fait pas généralement les statues en bronze galvanique à une épaisseur aussi grande que celle que l'on donne aux statues en bronze fondu. Cela est, en effet, inutile pour obtenir une solidité suffisante et pour garantir une durée indéfinie de l'œuvre. Tous les efforts du fondeur tendent à fondre les œuvres d'art aussi minces que possibles. Ce n'est pas pour

obtenir plus de solidité que l'on coule (sauf dans certains cas spéciaux très rares), à $0^m,008$ et $0^m,010$ et même jusqu'à $0^m,015$ d'épaisseur, c'est uniquement parce qu'il est impossible de faire autrement, si l'on veut garantir le succès de la coulée.

L'épaisseur de 1 millimètre et demi est jugée largement suffisante pour assurer une durée indéfinie à une œuvre d'art destinée à être exposée aux intempéries; on ne donne pas plus d'épaisseur aux pièces exécutées en cuivre repoussé. Or, on sait que ce cuivre a aussi pour lui, comme le cuivre fondu, l'expérience des siècles. On augmente la solidité de l'œuvre en établissant, à l'intérieur, une charpente métallique *ad hoc* qui assure sa résistance à la poussée des vents. La colossale statue de la « Liberté », qui vient d'être érigée dans la baie de New-York, et qui a été exécutée à Paris par M. A. Bartholdi, n'a qu'une épaisseur de $0^m,002$ de cuivre rouge; c'est cette mince feuille de cuivre qui forme tous les immenses contours de cette figure, la plus grande qui existe dans le monde entier (elle a environ 40^m de hauteur). On a donc jugé que $0^m,002$ de cuivre suffisaient pour que l'œuvre puisse résister indéfiniment aux intempéries; toutefois, à l'aide d'une charpente intérieure en fer, épousant les contours du modèle, on l'a assurée d'une manière certaine contre les formidables poussées des vents auxquels elle allait être exposée et contre lesquelles elle devait pouvoir résister.

L'épaisseur moyenne des statues exécutées en galvanoplastie doit être de $0^m,002$ à $0^m,005$ de cuivre pur. La moyenne de $0^m,003$ est une épaisseur des plus convenables pour faire un travail d'excellente qualité. On est toujours libre de la renforcer ensuite, s'il y a lieu, par une coulée métallique à l'intérieur, soit sur toute la surface de la pièce, soit sur quelques-unes de ses parties seulement, selon le plus ou moins grand degré de résistance qu'elle doit offrir. On emploie, à cet usage, de la soudure d'étain, c'est-à-dire un mélange de deux parties d'étain et d'une partie de plomb, ou de la soudure de cuivre, c'est-à-dire encore un mélange à parties égales de cuivre et de zinc ou de deux parties de cuivre et une de zinc.

On peut ainsi doubler et tripler à volonté l'épaisseur du dépôt galvanoplastique, et, s'il a été employé à confectionner une statue, assurer sa résistance aux efforts les plus grands des vents et des tempêtes. Si l'on juge que ce renforcement ne suffit pas pour assurer la rigidité de l'œuvre, on a soin de renfermer dans la soudure qui sert à la solidifier une bonne carcasse en fer qui épouse grossièrement les formes du modèle et l'on assemble ensuite le tout sur une charpente métallique bien comprise pour relier ensemble toutes les par-

ties de l'œuvre et la fixer en même temps sur son piédestal.

Il va de soi que si l'on voulait faire une statue en bronze galvanoplastique de $0^m,008$, $0^m,010$ et même $0^m,015$ d'épaisseur, il serait facile d'obtenir ce résultat; ce ne serait qu'une question de dépense et de temps pour la durée de l'exécution, l'épaisseur pouvant toujours s'obtenir à volonté par une immersion plus ou moins prolongée dans les bains galvaniques.

Le bronze galvanoplastique a donc ici encore un avantage sur le bronze de fusion. Alors qu'avec ce dernier on est toujours obligé de donner une épaisseur qu'il est impossible de réduire au delà d'une certaine limite et qui est souvent trop grande pour l'usage auquel on destine la pièce fondue, on peut, avec la galvanoplastie, produire un même sujet à toutes les épaisseurs imaginables, depuis la pelure d'oignon jusqu'aux plus fortes tôles.

C'est malheureusement en grande partie à cause de cette extrême facilité qu'on a, en galvanoplastie, de faire des pièces aussi minces qu'on le désire, que certains fabricants, peu soucieux de la qualité de leurs produits ou trop âpres au gain, ou parfois aussi obligés quand même à faire de l'économie de matière à cause du bas prix auquel ils doivent livrer leurs objets fabriqués, ont livré dans le commerce une infinité de pièces artistiques toutes plus minces les unes que les autres, et qui étaient naturellement aussi peu solides que peu durables.

Le public, ne se rendant pas compte des raisons qui étaient la cause du manque de solidité des objets de cuivre galvanoplastique qu'il voyait se détériorer par un usage souvent de courte durée, a pensé que tout ce qui était galvanoplastie ne valait rien et a ainsi condamné le procédé au lieu de condamner des produits mal fabriqués souvent intentionnellement. On est revenu heureusement à une plus saine appréciation des choses, et les amateurs savent aujourd'hui qu'on peut obtenir des œuvres solides et durables en cuivre de galvanoplastie aussi bien qu'en tout autre métal lorsqu'on s'adresse à des maisons sérieuses pour les acquérir. La raison en est que, pour bien faire, cela ne dépend que de la volonté du fabricant et du prix auquel on lui paye les produits de sa fabrication.

Il est bon de noter que l'on peut, en galvanoplastie comme en bronze fondu, varier dans une même pièce les épaisseurs du métal qui sert à la confectionner et donner, par conséquent, à une partie qui subirait plus de fatigue qu'une autre une épaisseur en rapport avec l'effet qu'elle aurait à supporter. Ainsi, pour une statue équestre, par exemple, dont le cheval a ordinairement les jambes pleines jusqu'à une certaine hauteur lorsqu'elle est exécutée en bronze fondu, on donnera

aussi une plus grande épaisseur à cette partie de l'œuvre lorsqu'on la fera en bronze galvanique. Si l'on veut même que les jambes soient massives, on les obtiendra facilement en les remplissant jusqu'à hauteur voulue de soudure forte de cuivre fondue au chalumeau; ce bronze, ainsi soudé par le feu avec la paroi galvanique, ne fait plus qu'une masse avec elle.

Pour terminer ce long exposé des qualités du bronze galvanique, je ne crois pouvoir mieux faire que de citer les quelques lignes suivantes, extraites de la conférence faite par M. Henri Bouilhet, chimiste-électricien d'un mérite indiscutable, au Congrès des électriciens, sous la présidence de M. Dumas, de l'Institut de France, pendant l'exposition internationale d'électricité de Paris en 1881.

Après avoir fait l'historique de l'électrométallurgie en rappelant les différentes phases de cette industrie et les principaux procédés employés, M. Bouilhet s'exprimait ainsi :

« Je ne saurais quitter ce sujet sans défendre la galvanoplastie contre un reproche auquel elle n'a pas encore eu le temps de répondre victorieusement :

» Une œuvre galvanoplastique est-elle durable?

» Née d'hier, elle n'a pas, comme le bronze, vingt siècles derrière elle pour dire que ses œuvres peuvent défier les injures du temps. On ne peut donc qu'examiner avec soin le métal produit, étudier son mode de formation et conclure par induction de sa durée.

» Le cuivre galvanoplastique est chimiquement pur; sa pureté offre plus de sécurité que les alliages et il suffit de visiter nos musées pour voir que les objets en cuivre rouge sont arrivés à nous dans un état de conservation plus grand que les objets similaires en bronze. Il est d'une grande homogénéité, ainsi que le prouve sa densité élevée.

» Il n'est pas hors de propos de rappeler que M. Jacoby, le savant académicien de Saint-Pétersbourg, à qui revient l'honneur de la découverte de la galvanoplastie, a étudié le dépôt galvanoplastique d'une grande figure de 9^m de hauteur, exécutée par M. Christofle, et a trouvé que sa densité était de 8,86, c'est-à-dire sensiblement égale à celle du cuivre laminé et supérieure à celle du cuivre fondu.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

BULLETINS HEBDOMADAIRES Nos 301 ET 302,

du 3 et du 10 janvier 1886.

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES.

ANNÉE 1886.

Ainsi qu'il a été dit dans le précédent numéro du *Bulletin*, les conférences scientifiques et littéraires de notre Association commenceront le samedi 23 janvier et se termineront le samedi 17 avril.

Samedi 23 janvier.

1° M. **Faye**, membre de l'Institut : *Sur la persistance de la figure mathématique de la Terre à travers tous les âges géologiques.*

Samedi 30 janvier.

2° M. **Salomon Reinach** : *L'archéologie à Carthage.*

Samedi 6 février.

3° M. **Fouqué**, membre de l'Institut, professeur au Collège de France : *Les tremblements de terre en Andalousie.*

Samedi 13 février.

4° M. **Léger**, professeur au Collège de France : *La Bulgarie, son origine, son histoire, sa renaissance au* XIXe *siècle.*

Samedi 20 février.

5° M. **Pellat**, maître de conférences à la Faculté des Sciences : *Machines électriques anciennes et actuelles.*

Samedi 27 février.

6° M. **Michel Bréal**, membre de l'Institut : *Comment doit-on apprendre les langues étrangères?*

gie, et devint également l'objet d'un culte sous le nom de Cybèle ou de Mère des Dieux; tant il était naturel d'attribuer à des corps d'une apparition si anormale des vertus divines. Les décemvirs, gardiens de livres sibyllins, ayant annoncé que la présence de cette pierre amènerait l'expulsion des Carthaginois hors de l'Italie, on la transporta, avec l'autorisation du roi Attale Ier, en 204, à Rome. La pompe qui présida à sa réception montre l'importance attachée à la possession de l'idole. L'oracle de Delphes avait prononcé qu'elle serait reçue par le plus honnête homme de la république. Scipion Nasica, qu'un sénatus-consulte proclama tel, alla recevoir la déesse protectrice au port d'Ostie. Il était suivi, au milieu des manifestations d'une joie générale, d'un cortège nombreux de dames romaines qui la portèrent au temple de la Victoire, la prenant chacune à leur tour entre les mains, non que le poids pût les fatiguer, mais afin que l'honneur fût partagé. D'après Arnobe qui vit la pierre vénérée et l'examina attentivement, on l'avait enchâssée dans une monture d'argent. Elle était de faible dimension et d'un noir foncé; elle présentait des angles saillants et inégaux, ainsi que des aspérités irrégulières. On y admirait, comme signe miraculeux, une cavité en forme de bouche, de telle sorte qu'elle offrait grossièrement le simulacre d'un visage.

Les croyances superstitieuses qui s'attachaient aux corps d'une pareille provenance se constatèrent encore quatre cents ans plus tard, lorsque Elagabale fit venir d'Émèse, en Syrie, la pierre qu'on y adorait, comme l'image du Dieu du Soleil, dont il avait pris le nom. Traînée sur un char par six chevaux blancs que l'empereur conduisait lui-même, elle suivait un chemin couvert de poussière d'or, et fut amenée dans un temple magnifique, élevé en son honneur sur le mont Palatin, qui fut consacré dès lors au culte du Soleil.

La vénération qui entourait, en des lieux si divers et pendant une longue série de siècles, de simples pierres noires, d'un volume et d'un aspect ordinaires, ne saurait s'expliquer, si, confiant dans les témoins oculaires, on n'avait généralement eu la profonde conviction qu'elles arrivaient du ciel.

De leur côté, les antiques chroniques chinoises contiennent le souvenir et les dates de chutes analogues, auxquelles on attribuait une influence sur les événements contemporains.

Parmi les apparitions du même genre qui, au moyen âge, attirèrent l'attention, je n'en mentionnerai qu'une, celle d'Ensisheim, en Alsace. « L'an 1492, le 7 novembre, dit une chronique du temps, entre 11^{h} et midi, il advint un grand coup de tonnerre et un long fracas qu'on entendit au loin, à Villingen, à Lucerne et autres lieux; on crut que des maisons avaient été renversées. Au même moment, il tomba dans le bourg

d'Ensisheim une pierre pesant 260 livres. L'empereur Maximilien, présent dans cette localité, permit d'en détacher deux fragments : il garda l'un et envoya l'autre au duc Sigismond d'Autriche; puis il la fit suspendre à la voûte de l'église par une chaîne de fer. » Aujourd'hui encore, elle est conservée dans la maison communale d'Ensisheim.

Malgré des témoignages nombreux et authentiques qui se succédèrent à bien des reprises pendant plus de vingt siècles, l'arrivée de corps célestes sur notre globe rencontrait encore, il y a cent ans, l'incrédulité des esprits les plus cultivés. A l'inverse de ce qui se produit d'ordinaire, le progrès même des connaissances fournissait des objections contre la vérité. L'explication la plus naturelle de ces faits étranges était de leur attribuer une origine extra-terrestre; mais une telle supposition semblait en contradiction avec les lois immuables qui président à la marche des corps célestes. En présence de cette admirable ordonnance, la plus majestueuse qu'il soit donné à l'homme de contempler, on ne pouvait croire à l'existence de phénomènes irréguliers. Était-il permis d'admettre des accidents brusques dans les orbites normales des astres, comparables à ce que nous connaissons aujourd'hui sous le nom de *déraillements;* des perturbations s'annonçant tout à coup par un bruit formidable, au milieu des mouvements silencieux d'un si merveilleux mécanisme? Dans l'impossibilité de comprendre ces anomalies apparentes, on trouvait plus simple d'en nier la réalité. Cependant que l'on ne se montre pas trop sévère à l'égard de cette négation obstinée; car les fables et les particularités fantastiques, dont le récit des observations ne tardait pas à être surchargé, contribuaient nécessairement à provoquer l'incrédulité. Une si opiniâtre résistance à l'évidence contraste avec la naïveté enfantine qui accueille souvent, même encore de nos jours, l'affirmation erronée de certains faits physiques.

Ces grandes questions, comme bien d'autres, avaient occupé les philosophes de la Grèce. Anaxagore se figurait tous les corps célestes comme des « fragments de roches que l'éther, par la force de son mouvement giratoire, aurait arrachés au globe terrestre, enflammés et transformés en étoiles. » Le ciel était considéré comme une voûte solide, composée de grosses pierres que la rapidité du mouvement circulaire tenait éloignées de la Terre, où elles retomberaient si ce mouvement venait à s'arrêter. Quant à Diogène d'Apollonie, il avait, par une singulière perspicacité, émis à ce sujet une vue aussi rapprochée de la vérité que le permettaient les connaissances de son temps; suivant lui, « parmi les étoiles visibles se meuvent aussi des étoiles invisibles auxquelles, par conséquent, on ne peut donner ce nom. Celles-ci tombent souvent sur la Terre et

s'éteignent, comme cette étoile de pierre qui tomba tout en feu près d'Ægos-Potamos. »

Ce fut seulement à la fin du dernier siècle que des conditions particulièrement favorables à des observations exactes apportèrent une démonstration sans réplique. La conviction devint générale et complète, à la suite des chutes qui eurent lieu dans l'Inde, près de Bénarès, le 13 décembre 1798, à 8^h du soir, en présence d'un grand nombre de spectateurs; et, plus près de nous, à Laigle, dans le département de l'Orne, le 26 avril 1803, à 1^h de l'après-midi. Biot, sur une mission de notre Académie des Sciences, alla relever minutieusement tous les caractères de cette dernière.

Les corps que l'on a nommés *aérolithes, uranolithes,* et plus généralement *météorites*, n'offrent pas seulement de l'intérêt au point de vue de leur provenance et de la cause qui les fait échouer subitement sur notre planète, ils en présentent aussi par leur constitution. C'est ce dernier caractère qui va surtout nous occuper, après un exposé succinct des circonstances dans lesquelles ils arrivent jusqu'à nous.

I.

Les phénomènes qui précèdent et accompagnent les chutes de météorites varient dans bien des détails secondaires; ils présentent néanmoins un ensemble de caractères généraux, qui se reproduisent avec constance à chaque apparition et suffiraient pour prouver d'une manière incontestable que l'origine de ces corps est étrangère à notre planète, lors même que leur nature n'offrirait rien de particulier.

D'abord apparaît un globe de feu ou bolide, dont l'éclat est assez vif pour illuminer toute l'atmosphère, lorsqu'il survient la nuit, et, s'il arrive le jour, pour être visible en plein midi. A mesure qu'il approche, sa dimension apparente s'accroît. Il décrit une trajectoire que son incandescence permet d'apercevoir au loin et qui, fait digne de remarque, est très faiblement inclinée à l'horizon. Ainsi, le bolide qui, le 14 mai 1864, vers 8^h du soir, accompagna une chute de météorites à Orgueil, dans le département de Tarn-et-Garonne, fut signalé à Gisors, c'est-à-dire à plus de 500^{km} de distance. D'après des observations qui ont pu être faites dans cette circonstance, en beaucoup de points et avec précision, à cause de la sérénité du ciel et de l'heure peu avancée de la nuit, le globe lumineux a été suivi, marchant de l'ouest vers l'est, à partir de Santander et d'autres localités des côtes d'Espagne jusqu'au point de la chute finale. La hauteur à laquelle commencent à luire les bolides d'où proviennent les météorites a pu être calculée dans plusieurs cas, au moyen de données simultanément

recueillies en différents lieux. Elle a été évaluée à 60^{km} et plus : elle correspond donc aux parties supérieures de notre atmosphère. Un autre caractère suffirait pour dénoter une provenance cosmique; c'est leur excessive vitesse, qui surpasse tout ce que nous connaissons sur la terre : tandis qu'une locomotive parcourt 30^{m} à la seconde et un boulet de canon 500^{m}, le bolide en franchit 30000^{m} à 60000^{m}. Une telle vitesse est tout à fait du même ordre que celle des planètes lancées dans leurs orbites.

Après un trajet plus ou moins long, le bolide éclate avec un bruit qui a été comparé à celui du tonnerre, du canon ou de la mousqueterie, suivant la distance à laquelle se trouvaient les observateurs. Rarement la détonation est unique; il y en a deux, bien plus souvent trois. Parfois elles sont assez violentes pour secouer fortement les maisons, de manière à faire croire à un tremblement de terre, comme il est arrivé, le 12 février 1875, dans l'État de Iowa. Elles se font entendre sur une grande étendue de pays : celles d'Orgueil ont retenti sur plus de 360^{km}. Si l'on réfléchit que ces détonations prennent naissance à des hauteurs où l'air très raréfié se prête fort mal à la propagation du son, on sera convaincu qu'elles doivent être extrêmement violentes. Souvent on aperçoit une traînée de vapeurs dans les régions de l'atmosphère qu'a traversées le météore.

Tous ces phénomènes se manifestent, non seulement dans les régions les plus diverses du globe, mais en toute saison, à toute heure, souvent par un temps serein et sans aucun nuage; les orages et les trombes n'y ont donc aucune part. En outre, les bolides arrivent dans toutes les directions. La vitesse que nous observons n'étant que relative doit varier, suivant la manière dont leur trajectoire est orientée par rapport au sens du déplacement de la Terre.

A la suite de ces divers préludes, l'observateur qui se trouve convenablement placé entend un sifflement comme celui que produisent les projectiles des armes à feu, boulets et bombes. En Chine on l'a comparé, d'après Abel de Rémusat, au bruissement des ailes des oies sauvages ou encore à celui d'une étoffe qu'on déchire. Il est dû au passage dans l'air et à l'arrivée sur le sol d'une ou de plusieurs masses solides.

La configuration extérieure des météorites est avant tout remarquable par un aspect fragmentaire, c'est-à-dire par des formes anguleuses et une ressemblance constante avec des polyèdres irréguliers, dont les arêtes auraient été émoussées.

Le nombre des pierres d'une même chute est extrêmement variable : souvent on en a ramassé une seule, quelquefois plusieurs, et dans certains cas des centaines et des milliers. La chute qui eut lieu en Hongrie, près de Knyahinya, le

9 juin 1866, en a fourni environ 1000, et celle de Laigle 3000. Le 30 janvier 1868, il est tombé aux environs de Pultusk, en Pologne, une grêle de pierres encore plus nombreuses; 900 d'entre elles ont été communiquées au Muséum. Il y a donc comme des essaims ou averses de météorites. Au moment où ces pierres nous arrivent, elles n'ont plus qu'une faible vitesse comparativement à celle que possédait, antérieurement à son explosion, le bolide dont elles ne sont sans doute que des débris. Quand elles sont volumineuses, elles peuvent s'enfouir de quelques décimètres dans un sol peu résistant et y rester inaperçues.

Après des préliminaires aussi intenses de lumière et de bruit, ce n'est pas sans étonnement que l'on constate la petitesse des masses retrouvées sur le sol. Parmi les plus lourdes, signalons le fer météorique de Charcas, au Mexique, du poids de 780^{kg}. Les blocs de fer trouvés au Brésil, à Sainte-Catherine, en 1875, en atteignaient 25000; c'est le chiffre maximum connu. Pour les pierres proprement dites, celles de plus de 300^{kg}, comme il en est tombé une à New Concord, le 1er mai 1860, sont une rare exception, et le poids de 50^{kg} n'a pas été souvent dépassé. Aucun des échantillons de l'abondante chute de L'Aigle n'excédait 9^{kg}; parmi les milliers recueillis à Pultusk, le plus lourd était de ce poids, quoique le total ait été évalué à 600^{kg}. Il est des météorites entières qui sont seulement de plusieurs grammes, c'est-à-dire qu'elles ont le volume d'un œuf de poule, d'une noix ou même d'une noisette. Grâce à l'existence d'une couche de neige, on en a observé de plus petites encore, le 1er janvier 1869, en Suède, à Hessle près d'Upsal : beaucoup ne pesaient que quelques décigrammes et l'une descendait à six centigrammes. Ces petits grains, il importe de le remarquer, n'étaient pas des fragments produits par le choc de morceaux plus gros contre le sol : chacun constitue bien une météorite complète, puisqu'il est entièrement enveloppé d'une croûte frittée, c'est-à-dire demi-fondue. Si jusqu'alors on n'en avait pas signalé d'aussi minimes, cela s'explique par la difficulté de distinguer de telles parcelles au milieu des matériaux qui composent en général la surface du sol, et dans lesquels elles se perdent.

Quand il s'agit de débris d'astres, on ne saurait s'empêcher d'être surpris de dimensions aussi insignifiantes, même quand on considère, non seulement les météorites isolées, mais le total de ce que l'on recueille à la suite des chutes les plus volumineuses. Comment ne s'en trouve-t-il pas de comparables à l'une de nos montagnes ou pour le moins à l'une de nos collines ? Ce ne sont que de menus fragments, comme des décombres, une sorte de *gravois* cosmique.

Lorsque les météorites d'une même chute sont nombreuses,

elles se répartissent en divers points compris dans un ovale très allongé, dont l'axe correspond à la direction de la trajectoire et dans lequel elles sont pour ainsi dire triées par ordre de grosseur. A Orgueil, cette aire de projection, sur laquelle des pierres ont été recueillies en une soixantaine de points, avait 20^{km} de longueur sur 4 de largeur : sa principale dimension s'étendait de l'ouest à l'est, c'est-à-dire dans le sens du mouvement du bolide. L'essaim était tombé un peu au delà du point au-dessus duquel avaient eu lieu la détonation et la rupture finales. Les plus grosses météorites se trouvaient à l'avant de cette sorte d'ellipse; les plus petites à l'arrière; leur triage paraît donc bien avoir été produit par l'inégale résistance que l'air opposait à ces projectiles selon leur masse.

Au moment de leur arrivée sur le sol, les météorites ne sont plus incandescentes, mais encore si chaudes qu'on ne peut les manier. Toutefois cette chaleur est limitée à leur surface; à l'intérieur, elles sont extraordinairement froides. Lors d'une chute qui eut lieu dans l'Inde à Dhurmsalla, le 14 juillet 1860, des spectateurs s'étant empressés de briser des pierres, brûlantes à l'extérieur, furent singulièrement surpris de les trouver glaciales dans leurs cassures et de ne pouvoir, pour des causes contraires, les toucher d'aucune manière : suivant la spirituelle expression d'Agassiz, c'était la reproduction de la *glace frite* des cuisiniers chinois. Une observation semblable a été faite, le 16 mai 1883, sur des pierres tombées à Alfianello, non loin de Brescia. Ce contraste entre la partie centrale qui conserve encore le froid intense des espaces planétaires et la partie superficielle qui, quelques instants auparavant, était incandescente, se comprend facilement, à cause de la faible conductibilité des substances pierreuses et du temps très court pendant lequel elles ont été échauffées.

Il est néanmoins un effet de cette chaleur qui persiste et se manifeste, dès la première vue, comme un caractère absolument général des météorites : c'est une croûte noire qui recouvre chacune d'elles en totalité. D'une épaisseur qui n'atteint pas un millimètre, elle est presque toujours mate; cependant elle est luisante comme un émail, sur quelques types particulièrement fusibles. La haute température que chacun de ces corps a éprouvée, dans son parcours à travers l'atmosphère terrestre, est évidemment la cause de l'écorce noire et frittée dont elles sont revêtues comme d'un vernis, témoignage permanent de la chaleur qui les a enveloppées pendant quelques instants. L'étincelle de la foudre produit aussi sur les roches qu'elle frappe une vitrification, assez fréquemment observable à la surface de celles qui forment le sommet de montagnes isolées, telles que le Mont-Blanc et le Pic du Midi de Bigorre.

C'est à cause de cette ressemblance que les pierres tombées à Lucé (Sarthe), en 1768, furent considérées comme des fragments terrestres émaillés par la foudre.

L'incandescence dont on constate ainsi l'effet, après l'avoir reconnue à distance sur l'éblouissant bolide, résulte de la vitesse extrêmement grande avec laquelle ce dernier pénètre dans l'atmosphère. L'air refoulé développe une quantité de chaleur énorme, non par le frottement, mais par une compression subite, comme dans l'expérience bien connue du briquet à air qui allume l'amadou. Un calcul fondé sur les principes de la théorie mécanique de la chaleur peut en rendre compte. Ainsi entourée de gaz incandescents, la masse solide le devient elle-même.

Malheureusement il est très rarement possible de trouver les fragments que projettent les bolides; il faut des circonstances tout à fait exceptionnelles, même dans des pays très peuplés, pour qu'on les découvre au milieu des détritus du sol et sous la végétation qui le cache ordinairement. C'est par une illusion que l'observateur croit toujours les voir tomber non loin de lui; aussi les cherche-t-il vainement. D'ailleurs, selon les probabilités, les trois quarts doivent être engloutis par la mer.

Si l'on part du chiffre annuel de trois chutes, moyenne de ce qui a été observé en Europe, et qu'on admette que cette portion de la Terre ne soit pas particulièrement favorisée, on arrive pour toute la surface du globe à un total de 180 par an. Mais comme elles doivent rester souvent inaperçues, en portant ce nombre au triple seulement, ce qui fait environ 700, on reste certainement beaucoup au-dessous de la réalité. C'est donc un phénomène journalier.

On ignore de quelles régions des espaces célestes les météorites sont originaires, et quelles sortes de routes elles y suivaient avant que l'action de la gravité les eût fait tout à coup tomber sur la Terre. Elles ont été autrefois considérées comme émanant de l'astre le plus rapproché de nous et comme des produits rejetés par de prétendus volcans de la Lune encore en activité. Dans cette hypothèse, il faut admettre qu'elles seraient lancées par l'éruption avec une vitesse assez grande pour dépasser le point neutre, c'est-à-dire le point où un corps se trouverait également attiré par notre satellite et par la Terre. Le calcul montre que cette vitesse devrait être au moins égale à 2270^{m} par seconde, ou environ cinq fois celle d'un boulet de canon; si elle était moindre, la masse retomberait sur la Lune. Une autre supposition mérite plus de crédit. Outre les planètes comprises en très grand nombre entre Mars et Jupiter, il paraît y avoir, comme l'avait déjà supposé Chladni, une multitude de petits corps ou astéroïdes,

dont les orbites s'enchevêtreraient entre elles et avec celles des grosses planètes, de manière à rencontrer de temps à autre ces dernières. Ces astéroïdes, trop peu volumineux pour être visibles dans les espaces interplanétaires, nous resteraient à jamais inconnus sans leurs invasions dans notre atmosphère. Ils semblent être des débris et comme la monnaie d'une seule et même planète, qui aurait été rompue, peut-être par une explosion. Rien d'ailleurs, depuis que les belles recherches de M. Schiaparelli ont rattaché à des comètes les essaims périodiques d'étoiles filantes, ne permet d'assurer que les météorites ne nous viennent pas de parties du ciel encore plus éloignées et situées en dehors de notre système solaire.

Les étoiles filantes nous arrivent par millions à des époques périodiques, et l'on évalue à plusieurs milliards le nombre de celles qui se dirigent vers notre globe dans une seule année. Elles ont une certaine ressemblance avec les météorites par la soudaineté de leur chute dans notre atmosphère et l'excessive rapidité de leur mouvement, mais elles en diffèrent par un caractère important. Les habitants du midi de la France et de l'Algérie ont pu contempler, le 27 novembre dernier, de 5^h à 11^h du soir, dans un ciel serein, une averse magnifique et particulièrement abondante, nouvelle apparition des essaims constatés treize années auparavant, jour pour jour, le 27 novembre 1872; le phénomène est dû selon toute probabilité à la rencontre de la Terre avec un courant de substances qui proviennent de la comète périodique de Biéla et qui continuent à suivre régulièrement dans l'espace la même route, avec la même durée de révolution sidérale. Cependant une telle invasion de corps cosmiques n'a amené la chute d'aucune météorite à la surface du sol. Les étoiles filantes participent donc à la nature des comètes, démembrées et comme égrenées par des actions perturbatrices, tandis que les météorites paraissent avoir un lien de parenté avec les planètes. Entre les unes et les autres il y a la différence qui sépare les gaz et les vapeurs des corps solides.

II.

On croit quelquefois que, se montrant incandescentes dans notre atmosphère, les météorites y ont subi une fusion complète. Nous avons déjà dit qu'il n'en est rien. Leur chaleur restant tout à fait superficielle, ces corps sont exactement ce qu'ils étaient dans les espaces, et ils nous apprennent quelle est la nature des astres dont ils dérivent. C'est pourquoi nous croyons devoir signaler leur constitution, sauf à entrer dans quelques considérations qui paraîtront peut-être un peu arides.

Un premier fait ressort de centaines d'analyses dues aux chimistes les plus éminents : c'est que les météorites ne nous

ont jamais apporté aucun corps simple étranger à notre globe. Ceux qu'on a reconnus avec certitude sont au nombre de 22, parmi lesquels le fer, le silicium, l'oxygène, le magnésium, le nickel, le soufre, le phosphore et le carbone sont les plus importants.

Quoique revêtues toutes de cette enveloppe noire, qui en est comme la livrée, les météorites examinées dans leur cassure offrent, à côté de traits de similitude, des différences considérables. Leurs divers types ont été répartis en quatre groupes, depuis le fer massif jusqu'à des pierres dépourvues de fer.

Les masses composées de ce métal et connues sous le nom de *fers météoriques*, sont celles qui frappent tout d'abord l'attention. Le fer y est toujours allié à du nickel et à quelques autres métaux ; du carbone libre ou combiné leur est associé comme dans nos aciers; du sulfure et du phosphure de fer y sont très souvent disséminés sous forme de globules et de grains. La structure des fers météoriques offre une particularité qui les fait reconnaître : si, après en avoir poli une surface, on la mouille avec un acide, on y voit immédiatement apparaître un grand nombre de lignes droites, rappelant par leur finesse et leur parallélisme une série de coups de burin et s'entre-croisant, comme en réseau, selon des configurations géométriquement régulières. Ces dessins, dits *figures de Widmanstaetten,* du nom du savant qui les a le premier signalées, résultent de ce que le métal n'est pas de constitution homogène. Il se compose de deux alliages de fer et de nickel, à l'état cristallisé : l'un d'eux, sur lequel l'acide ne mord pas, ressort en relief sur l'autre qui est attaquable. Comme les météorites de ce groupe se distinguent de toutes les autres en ce qu'elles sont exemptes de matières pierreuses, elles ont reçu le nom d'*holosidères*, c'est-à-dire *tout fer*. Ces dernières chutes sont incomparablement plus rares, au moins à l'époque actuelle, que celles de masses pierreuses. Dans un siècle et demi, il n'en a été observé que deux en Europe : une en 1751, à Braunau, en Bohême; l'autre à Agram, en Croatie, en 1847. En Sibérie, aux États-Unis, au Brésil et ailleurs, on a rencontré à la surface du sol des blocs de fer métallique, auxquels leur isolement, leur constitution, ainsi que leur contraste avec toutes les roches environnantes, autorisent à assigner une origine extra-terrestre, avec autant de certitude que si on les avait vus tomber.

Outre le fer métallique, les météorites renferment le plus ordinairement des substances pierreuses, qui consistent en silicates. On sait que la silice ou acide silicique, à l'état isolé, est représentée dans l'écorce terrestre par le quartz et le silex que nous foulons sans cesse aux pieds, le plus souvent en

grains de sable, quelquefois en masses cohérentes. A l'état de combinaison, c'est-à-dire de silicates, la silice forme des espèces, dont plusieurs sont des plus abondantes dans le règne minéral. Il en est deux qui, d'autre part, font partie essentielle des météorites, et qu'il est nécessaire de nommer ici : d'abord le péridot, ayant la magnésie et le protoxyde de fer pour bases ; puis le pyroxène, formé des mêmes éléments, mais avec une proportion d'acide silicique double de celle du péridot. Selon la quantité relative et le mode d'association du métal et des substances pierreuses, on distingue trois autres groupes de météorites qui sont à placer à la suite des fers massifs.

Quelquefois, les deux silicates précités sont en faible proportion et disséminés en grains dans le fer métallique qui fait continuité, d'où leur nom de *syssidères;* ils sont logés dans les cavités d'une sorte d'éponge métallique. C'est un intermédiaire entre le premier groupe et les deux derniers, dans lesquels se rangent les masses essentiellement pierreuses. Comme exemples, on peut citer celle que le naturaliste Pallas a découverte à Krasnojarsk, en Sibérie, ainsi que de très nombreuses rencontrées éparses au Chili, dans le désert d'Atacama.

C'est au troisième groupe qu'appartiennent la plupart des météorites. Ici le fer métallique ne se trouve plus qu'en grains isolés et irréguliers, disséminés dans la pâte pierreuse ; cette disposition, inverse de la précédente, est rappelée par le nom de *sporadosidères.* Les parcelles de fer varient de la grosseur d'une noisette à celle de grains à peine visibles, ou même de poussières microscopiques. Quant à la matière pierreuse, en général, elle se compose, comme dans le second groupe, d'un mélange de péridot et de pyroxène, que l'action des acides sépare facilement l'un de l'autre.

Enfin, les météorites, comparativement peu nombreuses, dans lesquelles on ne distingue aucune parcelle de fer métallique, ont reçu le nom d'*asidères.* Les plus intéressantes d'entre elles, dites charbonneuses, se font remarquer tout d'abord par un noir mat et un aspect rappelant tout à fait un charbon de tourbe compacte ou un lignite. A la substance pierreuse des deux groupes précédents est associé du charbon, non à l'état de liberté, c'est-à-dire de graphite, comme dans les fers météoriques, mais en combinaison avec de l'hydrogène et de l'oxygène, de même que dans certains produits de la décomposition de matières végétales. Cette ressemblance a naturellement conduit à y rechercher des vestiges d'êtres organisés; mais les observations les plus délicates n'en ont décelé aucune trace. Quoi qu'il en soit de leur origine, la présence de ces matières altérables par la chaleur suffirait

pour démontrer que les météorites étaient froides au moment de leur entrée dans l'atmosphère; leur intérieur a été préservé, lors de l'incandescence qui en a fondu la surface. Quatre chutes de météorites charbonneuses sont représentées dans nos collections; l'une a eu lieu à Alais (Gard), le 15 mars 1806; une autre à Cold-Bokkeweld (cap de Bonne-Espérance), le 13 octobre 1838; la troisième, à Kaba, en Hongrie, le 15 avril 1857, et la dernière à Orgueil, le 14 mai 1864.

Au milieu de la diversité que présentent les échantillons de près de 400 chutes réunies dans la collection du Muséum, il est fort remarquable de voir que des météorites tombées à des époques fort différentes, et dans des pays très éloignés les uns des autres, rentrent non seulement dans le même type, mais que parfois elles offrent une identité si complète qu'un examen minéralogique attentif ne peut en faire distinguer les fragments respectifs.

III.

Rien n'est plus frappant dans la forme extérieure des météorites qu'un aspect général annonçant qu'elles sont des parties d'un corps brisé. Que l'on rapproche les centaines ou même les milliers de pierres d'une même chute, celles de Pultusk, par exemple, on verra qu'elles offrent des formes polyédriques, comme les fragments de roches concassées ou macadam qui servent à l'empierrement de nos voies publiques, avec cette seule différence toutefois que leurs arêtes sont plus ou moins émoussées. Il est surprenant de trouver ces mêmes configurations fragmentaires et anguleuses dans les fers météoriques eux-mêmes, tels que ceux de Caille et de Charcas : ce dernier rappelle la forme d'un tronc de pyramide triangulaire, tandis que le premier offre des marques évidentes de déchirement. La malléabilité et l'extrême ténacité du métal ne l'ont pas préservé d'une rupture violente.

Longtemps il a paru impossible qu'un tel effet pût résulter de la seule action de l'air, d'autant plus qu'il se produit dans des régions où ce fluide, dans son état normal, est extrêmement raréfié. Mais le problème s'est éclairci depuis que les substances explosives, récemment mises en usage dans l'industrie, nous ont appris quel prodigieux degré de puissance atteint la force des gaz, même en petite quantité, lorsqu'ils sont subitement animés d'une tension considérable. Ainsi, 1^{kg} de dynamite brise par son explosion des prismes d'acier, dont une pression d'un million de kilogrammes opérerait à peine la rupture. Or des conditions en tout semblables, un calcul assez simple peut le faire voir, se réalisent dans les couches supérieures de l'atmosphère, quelque faible que soit leur densité, au moment où un bolide, animé de sa vitesse

planétaire, vient les frapper : il comprime l'air avec une vitesse trop grande pour que ce gaz puisse dans le même temps transmettre un mouvement égal à ses propres molécules. C'est alors que, dans des détonations successives causées par une rotation obligée, les fers et les corps les plus tenaces éclatent et se fractionnent, comme sous le choc d'un marteau-pilon.

Outre la forme fragmentaire, il est à la surface des météorites un trait non moins caractéristique, qui reste aussi comme un témoin de la violence des actions mécaniques que le refoulement de l'air leur a fait éprouver. Ce sont des cavités arrondies, comparables à l'empreinte plus ou moins profonde que produit la pression du doigt sur une pâte molle; sans se préoccuper de la différence complète dans les causes, on les a désignées autrefois sous le nom de *coups de pouce*, en allemand *Fingerabdrücke.* Parfois, en s'alignant, elles prennent la configuration d'encoches analogues à la bouche qui paraissait surnaturelle dans l'antique pierre de Pessinonte. Ces cavités se rencontrent dans les météorites pierreuses; elles sont surtout caractérisées dans les fers massifs. Ceux d'Agram et de Braunau, dont les chutes ont été mentionnées plus haut, aussi bien que ceux de Caille (Var), de Charcas et de San Francisco del Mezquital (Mexique) que l'on voit dans la galerie du Muséum, en offrent des exemples remarquables. Ces sortes d'excoriations ont été attribuées longtemps à ce que la météorite aurait éclaté çà et là, sous l'application de la chaleur brusque et intense qu'elle éprouve dans son trajet aérien. Mais des expériences de plusieurs sortes prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

Au milieu de l'air qu'il a fortement comprimé et échauffé, le bolide se trouve dans les mêmes conditions que si, étant lui-même au repos, il était soumis au choc de gaz à très haute tension produits par l'explosion de la poudre ou de la dynamite. C'est en intervertissant ainsi les rôles qu'on a pu aborder expérimentalement le problème.

Les grains de poudre de gros calibre qui tombent souvent de la bouche du canon, au moment de l'explosion, et s'éteignent aussitôt qu'ils arrivent à l'air, offrent une surface profondément creusée sous forme de cupules, ressemblant tout à fait à celles des météorites. Dans le tir des pièces d'artillerie, le cylindre d'acier qui sert de canal de mise à feu, lorsqu'il s'y produit des fuites de gaz, subit aussi des excavations qui s'approfondissent rapidement. Comme celles des grains de poudre, elles sont dues à l'action érosive des gaz qui tourbillonnent rapidement, tout en exerçant une forte pression. A l'aide de la dynamite, on obtient sur des pièces de fer, d'acier ou de fonte, des cupules encore bien plus caractérisées, et alors l'action est instantanée,

de même que dans le cas des bolides. Les surfaces sphéroïdales qui s'entrecoupent et sont l'empreinte des mouvements giratoires des gaz rappellent exactement les cupules des météorites. Il y a en effet analogie dans les causes. Lorsque les bolides entrent dans l'atmosphère, animés de leur énorme vitesse, l'avant de ces projectiles refoule l'air, qui, en tourbillonnant sous de telles pressions, pratique un taraudage semblable. Cette action mécanique est, d'ailleurs, accompagnée et renforcée d'une action chimique due à la nature combustible du fer, à ces hautes températures. Les cupules ou *piésoglyptes*, c'est-à-dire gravées par la pression, sont donc le stigmate caractéristique et durable des tourbillons gazeux qui les ont engendrées : ceux-ci se sont gravés eux-mêmes et en quelque sorte enregistrés, à la manière de ce qu'on réalise dans plusieurs expériences démonstratives de Physique et de Mécanique.

Quoique les cupules se creusent seulement sur la face qui est exposée à la pression directe des gaz, les météorites en présentent sur plusieurs de leurs parties, et souvent même sur leur surface entière. Cela provient de ce que l'astéroïde, dans sa translation à travers l'air, était nécessairement animé d'un mouvement de rotation, ainsi qu'il arrive à tous les projectiles de forme irrégulière; il a donc mis successivement en avant, c'est-à-dire présenté comme une proue, diverses parties de lui-même qui ont ainsi été poinçonnées plus ou moins complètement par le choc de l'air.

IV.

A ces phénomènes mécaniques des bolides se rattache l'arrivée de poussières de provenance céleste.

Avant tout, il faut bien faire la part des poussières ordinaires et tout à fait prédominantes, d'origine terrestre. Les sables, les limons fins et les matières incohérentes de toutes sortes qui, généralement, constituent l'épiderme du sol, sont facilement entraînés par des courants d'air. Les nuages poudreux que nous voyons à tout instant s'agiter autour de nous ne donnent qu'une faible idée de l'importance qu'acquièrent ces transports, sous l'influence de vents violents et surtout persistants. La cendre de l'incendie de la ville de Chicago est parvenue aux Açores quatre jours après le commencement de la catastrophe, avec une odeur empyreumatique qui faisait supposer qu'elle provenait de l'incendie d'une forêt du continent américain. Les sables du Sahara sont la cause de nuages bien connus dans les îles du Cap-Vert, sous le nom de *brume rousse*. On en a observé de temps à autre une couche assez épaisse, saupoudrant le pont de vaisseaux qui naviguaient à plus

de 1600^{km} de la côte occidentale d'Afrique. Parfois, l'atmosphère en est tellement obscurcie que des navires ne peuvent se diriger dans ces parages et s'y perdent. Dans une partie de la Chine, les habitants sont tout à fait habitués à un semblable trouble de l'atmosphère; il n'y a pas d'année où il ne prenne assez d'intensité pour voiler l'éclat du Soleil pendant plusieurs jours et devenir extrêmement incommode pour les personnes. En compensation, ces poussières apporteraient avec elles, d'après d'anciennes traditions, la fertilité au sol.

Sans aller aussi loin, en France, nous pouvons constater l'influence utile et fécondante des poussières atmosphériques. D'après M. Alluard, lorsqu'on séjourne au sommet du Puy-de-Dôme, on y est souvent frappé par un singulier contraste. A l'est, toute la Limagne apparaît presque constamment à travers un léger brouillard, tandis qu'à l'ouest l'air a une transparence parfaite. La cause en est dans la chaîne des Dômes, avec ses cinquante volcans éteints, leurs coulées de laves et leurs menues déjections volcaniques répandues à profusion. Il a été reconnu, à l'observatoire installé au sommet du Puy-de-Dôme, qu'à cette altitude de 1500^{m} l'air est habituellement très agité et que les vents y acquièrent souvent une vitesse de 10^{m} à 24^{m} par seconde. Ces vents presque constants balayent le plateau des Dômes et transportent au loin les poussières les plus fines qui se trouvent sur leur parcours. Or celles-ci renferment des éléments fertilisants par excellence, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux; de plus, leur extrême ténuité est des plus favorables à l'assimilation des plantes. Elles contribuent donc, d'une manière permanente, à l'inépuisable richesse de la plaine de la Limagne.

Bien plus que les anciens volcans de l'Auvergne, les volcans actuels sont la source d'abondantes poussières. Leurs éruptions lancent dans l'atmosphère des roches pulvérisées, incorrectement qualifiées de cendres. De là aussi des transports lointains, dont il serait facile de citer maints exemples. Dans la nuit du 29 au 30 mai 1875, les habitants de la Suède et de la Norvège furent surpris par la chute d'une poussière grise, consistant en pierres ponces pulvérisées, qui avait été rejetée en très grandes quantités par les volcans de l'Islande. On n'a pas oublié que les produits de la catastrophe du détroit de la Sonde, des 27 et 28 août 1883, ont été mis en circulation sur une grande partie du globe.

Rappelons en passant que les poussières de l'air ne sont pas seulement minérales; souvent des corps organisés, animaux et végétaux, tels que des carapaces d'infusoires, des grains de pollen, des sporules, en forment une partie notable, si ce n'est la totalité. Lorsque l'eau atmosphérique rencontre sur son passage des poussières d'une espèce ou d'une autre,

elle se les incorpore et produit des pluies boueuses qui ne sont pas rares. Il en est de teinte rouge qui ont autrefois été désignées sous le nom de *pluies de sang,* comme en décrit le livre des *Prodiges* de Leucosthène.

Mais il est des poussières qui, incontestablement, nous arrivent de régions tout à fait étrangères à notre globe. A ce point de vue, les météorites charbonneuses d'Orgueil nous fournissent un premier document intéressant. Elles sont si friables qu'elles se réduisent en poudre sous la simple pression des doigts et qu'elles se seraient probablement pulvérisées dans leur trajet, si la croûte formée par la chaleur développée à leur entrée dans l'air ne les avait entourées et protégées. De plus, dès que les aérolithes de cette espèce sont mouillés par une faible quantité d'eau, ils se désagrègent complètement et se réduisent en particules extrêmement fines, par suite de la dissolution des sels alcalins qui en formaient comme le ciment. D'après cette propriété, si, le 14 mai 1864, le ciel n'avait pas été tout à fait serein, mais pluvieux, ou si une couche de nuages s'était rencontrée sur le passage des météorites d'Orgueil, celles-ci auraient disparu dans leur trajet, et, au lieu de les recueillir, on n'aurait pu observer à la surface du sol qu'une boue visqueuse et noire.

C'est habituellement dans des circonstances tout autres, et sans l'intervention de l'eau, que l'on saisit l'arrivée de poussières extra-terrestres. Dans leur parcours, les bolides à météorites sont suivis d'une traînée d'abord brillante, puis obscure, comme celle qui paraît après la combustion d'une pièce d'artifice. Elle prend et conserve, pendant un temps plus ou moins long, la disposition de la trajectoire en se substituant au sillon lumineux. Cette sorte de queue est due sans doute à des parcelles détachées du bolide, qui restent en suspension dans l'atmosphère et sont peu à peu dispersées par les courants aériens. Ces poussières se produisent surtout au moment et comme une conséquence des détonations; alors elles forment souvent de petits nuages d'un aspect particulier, tels qu'on en vit lors de la chute de Laigle, d'après le récit de Biot. De même, le bolide qui apporta les météorites charbonneuses d'Orgueil s'ouvrit en une gerbe d'étincelles, comme un bouquet de fusées; puis il laissa derrière lui une queue lumineuse, qui se transforma bientôt en une nébulosité persistante et en nuages cotonneux d'une durée de huit à dix minutes. Dans ces deux cas, il s'agissait de météorites pierreuses. L'arrivée des masses de fer est accompagnée d'une fumée opaque et noire, non moins abondante. Ainsi, au moment de l'apparition de l'holosidère de Hraschina, en Bohème, un nuage prit naissance à la suite d'une explosion et persista dit-on, pendant trois heures et demie.

Quelle est l'action qui peut s'exercer si énergiquement sur le bolide et lui arracher, avec une telle rapidité, une partie de sa substance, à l'état de poussière ou de menus débris? La réponse se trouve dans les expériences que j'ai faites à l'aide des gaz explosifs, en vue d'imiter les cupules des météorites. Des masses gazeuses, douées d'énormes pressions, provoquent sur les corps solides qu'elles choquent une pulvérisation presque instantanée. C'est ce qui doit arriver aux bolides, pendant qu'ils traversent notre atmosphère. Ajoutons qu'ils contiennent du fer métallique, du nickel, du soufre, du phosphore, quelquefois du charbon : ces corps, après avoir contribué par leur combustion dans l'air à la chaleur et à l'éclat éblouissant qui ne font jamais défaut au phénomène météoritique, ont aussi une part dans la production du nuage qui ne tarde pas à se montrer. A en juger par la persistance de la fumée et par l'espace qu'elle occupe dans le ciel, on doit conclure que les bolides fournissent à notre atmosphère des quantités très considérables de poussières métalliques et pierreuses.

Beaucoup de bolides, lors même qu'on ne trouve pas de pierres lancées par eux à la surface du sol, se manifestent exactement de la même manière que ceux dont il vient d'être parlé. La distinction que l'on chercherait à établir entre les uns et les autres, à raison de cette circonstance toute fortuite, ne paraît pas fondée. De part et d'autre, même incandescence; mêmes détonations multiples, à la suite desquelles ils volent en éclats; même traînée lumineuse et apparition de nuages qui persistent après la disparition du météore, quelquefois pendant plusieurs heures. De là encore des poussières d'origine cosmique, comme celles qu'on a observées le 13 mars 1813 dans le Frioul, en Toscane et en Calabre, en même temps que des météorites tombaient dans ce dernier pays, à Cutro. En novembre 1819, les environs de Montréal et la partie septentrionale des États-Unis reçurent une pluie noire, accompagnée d'un obscurcissement extraordinaire du ciel; des lueurs des plus brillantes paraissaient çà et là et des détonations comparables à celles de pièces d'artillerie se faisaient entendre. On crut d'abord à l'incendie d'une forêt voisine, coïncidant avec un violent orage. Mais l'ensemble des faits et l'examen de la matière ont appris que ces phénomènes étaient dus à l'arrivée dans l'atmosphère de corps étrangers à notre globe.

Au reste, les petites météorites, d'un poids de quelques grammes ou quelques décigrammes seulement, recueillies lors de la chute de Hessle, établissent une liaison avec les poussières proprement dites.

D'après ce qui vient d'être exposé, il convient d'être très attentif à la chute des substances pulvérulentes que l'on peut

supposer être d'origine cosmique. Ainsi il serait intéressant, à la suite des explosions des bolides, de rechercher dans l'air celles qui peuvent y exister, à l'aide de tous les procédés dont on dispose aujourd'hui; puis de les examiner, notamment au point de vue de la présence du nickel. C'est ce qu'ont tenté en Angleterre M. Phipson dès 1867, en Suède et sur les bords de la mer Glaciale M. Nordenskiöld, et en France M. Gaston Tissandier.

On ne peut douter que les étoiles filantes, quelle que soit leur ténuité, ne nous apportent aussi des substances pondérables très divisées. L'examen de ces astéroïdes, à l'aide du spectroscope, y a fait reconnaître la présence du sodium, que M. Alexandre Herschel y avait signalé déjà dans l'averse du 10 août 1866, et, en outre, celle du magnésium, du carbone et d'autres corps. Le fait, en outre, est confirmé par la formation, lors de la pluie extraordinaire du 27 novembre dernier, d'une couche de vapeurs qui ne laissait voir que les étoiles des trois premières grandeurs et se dissipa à la suite du phénomène lui-même. De plus, dans cette même soirée, le directeur de l'observatoire de Nice, M. Perrotin, vit un nuage très brillant apparaître subitement au point où venait de s'éteindre une belle étoile. Ce nuage, qui était animé d'un mouvement assez rapide, était sûrement, comme l'a remarqué M. Faye, de nature cosmique.

Les espaces ne nous envoient-ils pas d'autres corps étrangers que des fragments de roches et des poussières solides? Est-il impossible que notre système solaire, dans son immense parcours, et notre globe en particulier, reçoivent des matières de nature moins grossière, des substances gazeuses et invisibles? C'est une question à laquelle l'observation ne peut répondre encore.

V.

Les ressemblances les plus intéressantes et même des identités se révèlent parfois entre les météorites et certaines roches profondes de notre planète; mais, avant de les signaler, quelques explications préalables sont nécessaires.

Le globe terrestre a passé par bien des évolutions avant d'arriver à l'état où nous le voyons aujourd'hui. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un coup d'œil d'ensemble sur la constitution de son écorce. Les roches qui nous supportent dans cette région de la France et s'étendent dans la plus grande partie des continents ont une disposition de nature à fixer les yeux les moins attentifs. Elles sont divisées en grandes plaques parallèles, auxquelles on donne le nom de *couches*, et quelquefois aussi le nom de *bancs*, d'*assises* ou de *strates*. Cette disposition les a fait nommer *stratifiées*. On peut

rigoureusement prouver que les roches en couches ou stratifiées, quelle que soit leur nature, ont été formées par la mer, qui, à des époques extrêmement reculées et pendant de très longues périodes, a séjourné dans des régions fort éloignées de son domaine actuel et aujourd'hui soulevées bien au-dessus de son niveau.

D'abord les roches stratifiées renferment des cailloux ou galets et des sables, semblables pour la forme et la disposition à ceux que la mer dans ses mouvements produit tous les jours et amasse sur ses bords et dans son bassin : on ne peut douter d'une communauté d'origine. En outre, dans ces mêmes roches en couches, on trouve, et quelquefois avec une prodigieuse abondance, des débris d'animaux marins, surtout des coquilles et des polypiers, débris que l'on comprend sous le nom général de *fossiles*. Les coquilles entières ou brisées constituent dans certains cas la totalité de la roche; ce fait démontre encore plus clairement l'intervention de la mer, où s'accumulent aujourd'hui de la même manière et de toutes parts les dépouilles solides de ses innombrables habitants. Enfin la disposition en couches très étendues, par rapport à leur épaisseur, complète l'analogie avec les sédiments contemporains qui se superposent dans le cours des siècles, en s'étalant à peu près horizontalement.

La série des roches stratifiées est supportée par d'autres roches d'une toute autre nature. Tout le monde connaît la principale d'entre elles, le granite, que l'on emploie pour border nos trottoirs. Ces dernières ne renferment ni débris arrondis et usés par les eaux, ni restes d'êtres ayant vécu. Leur formation a dû être très différente de celle des roches stratifiées et se produire sous l'influence d'une température élevée. Il importe de remarquer que ces masses granitiques existent partout dans la croûte terrestre, soit à la surface, soit à une certaine profondeur. Dans un lieu quelconque, on serait certain de les atteindre en creusant un puits suffisamment profond; à Paris, il faudrait certainement traverser quelques kilomètres. Le granite forme donc comme le soubassement des terrains stratifiés, leur fondement universel.

En examinant ces derniers terrains, on voit qu'ils se sont empilés successivement les uns sur les autres, dans la série des âges, les plus modernes reposant sur les plus anciens; ils enveloppent le globe, comme d'innombrables couches annuelles d'accroissement d'un arbre gigantesque. Il en résulte qu'il y a eu nécessairement une époque excessivement reculée où aucun d'entre eux n'existait. Leur formation correspond à des laps de temps très considérables; car l'ensemble des couches qui se sont accumulées dans bien des contrées est d'une énorme épaisseur et quelques-unes, consistant en

bancs de polypiers et de houille, n'ont pu se former que très lentement et ont, à elles seules, exigé des siècles.

Les volcans apportent chaque jour, outre des quantités énormes de vapeur d'eau et de produits gazeux, des matières pierreuses fondues et très chaudes, qui s'épanchent sur leurs flancs et sont connues sous le nom de *laves*. Pendant les anciennes périodes, il a jailli aussi des profondeurs situées au-dessous des masses granitiques des roches d'une nature bien différente de celle des roches stratifiées et offrant de l'analogie avec les laves. A la surface du sol, elles présentent des formes variées, telles que celles de nappes, de cônes ou de massifs irréguliers. Plus bas, elles constituent, dans l'épaisseur des roches encaissantes, des espèces de colonnes, qui se rattachent aux réservoirs très profonds d'où elles sont sorties; elles ont été en effet poussées çà et là, par suite d'éruptions, au travers des masses superposées, bien loin de leur gisement initial. De même que les laves, elles sont principalement formées de silicates; le basalte et le trachyte, représentants bien connus des roches éruptives, se montrent dans une foule de points de la France centrale.

On voit tout d'abord, par cet exposé, que la plupart de nos roches diffèrent considérablement des météorites. Le contraste le plus important consiste en ce que ces dernières ne contiennent rien qui ressemble aux matériaux arénacés ou fossilifères, constitutifs des terrains stratifiés, c'est-à-dire rien qui rappelle l'action et le mouvement d'un océan ou la présence de la vie. Une grande différence se manifeste même si on les compare aux masses sur lesquelles reposent immédiatement les terrains sédimentaires. Jamais, en effet, il ne s'est rencontré dans les météorites ni granite, ni même aucun des minéraux qui lui sont associés.

C'est seulement dans les roches silicatées, originaires des régions profondes et inférieures au granite, qu'il faut aller chercher les analogues des météorites.

Un exemple frappant de cette similitude est fourni par des laves actuelles, formées de l'association de deux silicates, le pyroxène et le feldspath anorthite; elles correspondent exactement à la météorite recueillie le 15 juin 1819, à Jonzac (Charente-Inférieure), et à celle qui est tombée à Juvinas, dans le département de l'Ardèche, le 13 juin 1821.

Le péridot, qui se présente avec une constance si remarquable dans les météorites des types les plus divers, depuis les fers jusqu'aux pierres proprement dites, figure aussi dans les masses éruptives et quelquefois avec abondance. On le trouve non seulement dans les basaltes, mais également dans d'autres roches signalées d'abord à Lherz, dans les Pyrénées, d'où leur est venu le nom de *lherzolite*, et découvertes en-

suite en massifs importants dans bien d'autres contrées où elles avaient été longtemps méconnues. Or, une constitution identique se manifeste dans un aérolithe tombé à Chassigny (Haute-Marne), le 15 juin 1821, et dans la partie pierreuse de la syssidère d'Atacama.

C'est de cette même roche péridotique que se rapprochent tout particulièrement les météorites des types les plus communs, toutefois avec une légère différence, qui porte sur le degré d'oxydation du fer. Au lieu d'être en partie à l'état natif, c'est-à-dire isolé et libre de toute combinaison, le métal, dans nos roches, est entièrement combiné à l'oxygène. Mais cette dissemblance n'a qu'une faible valeur; il est d'ailleurs facile de la faire disparaître par une action chimique bien simple, à laquelle on a donné le nom de *réduction*. Fondue en présence du charbon, la lherzolite donne tout à fait le même produit que la fusion des météorites; la similitude se montre dans les grenailles métalliques, non moins que dans la partie pierreuse.

Observons que l'absence, dans les météorites, de toute la série des roches qui forment une épaisseur si importante du globe terrestre est, quelle qu'en soit la cause, un fait également très remarquable. Elle peut s'expliquer de deux manières : soit que les éclats météoritiques qui nous arrivent ne proviennent que de parties internes de corps planétaires qui seraient constitués comme notre globe, soit que ces corps planétaires manquent de roches silicatées quartzifères, comme le granite, aussi bien que de terrains stratifiés. Dans ce dernier cas, ces astres auraient subi des évolutions moins complètes que la planète que nous habitons, et ils ne porteraient pas de vestiges de la coopération d'un océan, tel que celui auquel la Terre a dû, postérieurement à la formation de ses masses internes, péridotiques et autres, l'origine de l'écorce qui les recouvre.

VI.

Une découverte inattendue et toute récente, faite au Groënland, a rendu plus étroits et plus complets encore les rapprochements que nous venons d'établir. On en est redevable à l'éminent et savant explorateur des régions polaires, M. Nordenskiöld.

Malgré la profusion avec laquelle le fer est répandu dans toutes les parties de l'écorce terrestre et engagé dans de nombreuses combinaisons, il est digne de remarque que ce métal ne s'y montre pas à l'état natif : quelles que soient la pureté et la richesse des minerais, une opération au moins est nécessaire pour en tirer le métal qu'ils contiennent. Si le fer offre cette différence avec d'autres métaux incomparablement moins

répandus, tels que le cuivre, l'argent, l'or ou le platine, il le doit sans doute à sa sensibilité vis-à-vis des agents chimiques, particulièrement de l'oxygène qui, combiné dans les matières pierreuses constitutives de l'écorce terrestre, en forme environ la moitié comme poids. Une réaction avait, il est vrai, fait supposer la présence de fer natif dans quelques roches basaltiques, mais ce métal n'y était pas reconnaissable, sans doute à cause de son extrême degré de division.

Le célèbre navigateur des régions polaires, John Ross, avait rapporté, en 1818, de son voyage dans la baie de Baffin, quelques couteaux dont le tranchant était formé de morceaux de fer, provenant, au dire des Esquimaux, de blocs détachés et rencontrés non loin du cap York. L'analyse de ce fer ayant indiqué la présence du nickel, on lui attribua une origine météoritique. Il en fut de même pour un échantillon de fer, offrant des caractères semblables, qu'un autre explorateur se procura plus tard dans le nord du pays. Ces échantillons, déposés au Musée de Copenhague, attirèrent l'attention de M. Nordenskiöld et lui inspirèrent le désir d'en découvrir l'origine, lorsqu'en 1870 il fit un voyage dans le Groënland septentrional.

Après plusieurs tentatives infructueuses, sur les indications fournies par les indigènes, et par ses propres recherches, ce savant fut amené à se diriger sur un point du littoral de l'île de Disko, à Blaafjeld ou Ovifak (colline bleue), d'un accès difficile, et y rencontra enfin l'objet de ses investigations. Des blocs de fer gisaient sur le rivage, au pied d'une grande falaise constituée par une série de nappes de basalte, qui alternaient avec des assises de conglomérats de la même roche. Sur un petit espace, on recueillit plus de vingt masses qui ne contenaient pas moins de 21000^{kg} de fer métallique. L'idée qui se présenta tout naturellement fut qu'elles étaient d'origine météoritique, puisqu'elles contenaient du nickel et qu'elles donnaient les figures considérées jusqu'alors comme exclusivement propres à ces fers. Mais des explorations persévérantes, entreprises, malgré des difficultés matérielles de toutes sortes et au milieu de véritables dangers, apprirent qu'il n'en était pas ainsi. M. Steenstrup, jeune savant danois, fut chargé par son gouvernement d'aller étudier avec exactitude toutes les conditions dans lesquelles se trouvaient ces masses de fer, avant qu'elles fussent enlevées et transportées en Suède. Après un premier voyage fait en 1871, puis un séjour de 1876 à 1880, dans des contrées presque désertes et d'un climat inhospitalier, M. Steenstrup, avec un dévouement et une persévérance auxquels il est juste de rendre hommage, parvint à reconnaître, sur un point du littoral, le fer natif, réellement enchâssé dans des roches basaltiques. Ce n'était pas seulement en parcelles

microscopiques, mais en gros grains, et ces derniers présentaient tous les caractères des blocs qui avaient été trouvés à l'état épars.

Pendant l'automne de 1879, M. Steenstrup fit une autre découverte, intéressante à double titre. Après avoir fouillé plusieurs centaines d'anciens tombeaux groënlandais, il trouva dans l'un d'eux, sur les bords du fiord d'Umanak, où il s'était rendu afin d'étudier la marche des grands glaciers de cette région, des couteaux semblables à ceux que, soixante ans auparavant, avait rapportés Ross, ainsi que des outils en pierre, faits de cristal de roche et de calcédoine. A ces produits de l'industrie humaine étaient associés neuf fragments de basalte contenant du fer métallique, et des morceaux irréguliers de fer tout à fait semblable à celui des couteaux. Ce fait intéressant montrait d'abord avec quels matériaux les Esquimaux fabriquaient les instruments avant d'avoir reçu du fer des Européens; d'autre part, il confirmait l'origine terrestre du fer mis en œuvre.

La présence, dans des roches éruptives terrestres, d'un fer allié de nickel et semblable à celui des météorites, avec la texture cristalline qui naguère paraissait un caractère exclusif de ces dernières, est donc devenue incontestable; aucun doute n'est plus possible. Il importe d'ajouter qu'au Groënland ce métal n'est pas un accident fortuit et isolé, mais qu'il se montre en de nombreuses localités et sur de grandes étendues.

Au point de vue de sa constitution géologique, la partie septentrionale du pays est particulièrement remarquable par le développement de roches éruptives d'un âge relativement très récent. C'est un des plus grands massifs de basalte que l'on connaisse; il commence au 69ᵉ degré de latitude et, vers le 76ᵉ degré, il disparaît sous le vaste glacier continental qui empêche toute exploration du sol. On peut supposer avec raison que ces éruptions, exceptionnellement abondantes, ont entraîné du fer métallique avant d'arriver au jour. Elles paraissent attester la présence, dans les profondeurs du globe, de masses de fer volumineuses, dont elles seraient, en quelque sorte, pour nous les avant-coureurs. C'est un fait dont il faut aussi tenir compte dans la théorie du magnétisme terrestre.

Après avoir fait ressortir, il y a vingt ans, les traits de ressemblance nombreux qui unissent les météorites aux roches terrestres profondes, et avoir montré comment quelques-unes peuvent être imitées par une désoxydation partielle de ces roches, j'ajoutais : « Rien ne prouve qu'au-dessous de ces masses alumineuses, qui ont fourni en Islande, par exemple, des laves si analogues au type des météorites de Juvinas; qu'au-dessous de nos roches péridotiques, dont se rapproche telle-

ment la météorite de Chassigny, il ne se trouve pas des massifs dans lesquels commence à apparaître le fer natif, c'est-à-dire semblables aux météorites du type commun; puis, plus bas, des types de plus en plus riches en fer, dont les météorites nous présentent une série de densité croissante, depuis ceux où la quantité de fer représente à peu près la moitié du poids de la roche jusqu'au fer massif. » Cinq années après que ces lignes étaient écrites, les grandes masses de fer natif allié de nickel, dont il vient d'être question, étaient découvertes par M. Nordenskiöld. Les discussions sur leur origine, que l'on hésitait d'abord à reconnaître comme terrestre, suffisent pour faire ressortir les analogies étroites qui les rattachent aux météorites. L'étude de ces derniers corps nous a donc permis de pénétrer par induction dans la constitution interne de notre globe, comme par un regard pratiqué jusqu'à des profondeurs complètement inaccessibles à l'observation directe. Ainsi s'efface la dernière démarcation; un lien des plus intimes s'établit entre les masses poussées de l'intérieur de notre planète et les corps célestes dont les météorites nous apportent des débris.

VII.

L'influence extraordinaire que Descartes a exercée sur les progrès de l'esprit humain a été bien souvent appréciée. Chacun sait combien en particulier les Mathématiques et la Physique lui sont redevables. Cependant, jusque dans ces derniers temps, on n'a pas rendu un assez complet hommage à ce puissant génie.

Il avait reconnu le rôle capital rempli par la chaleur dans la formation du globe terrestre. C'est lui qui, le premier, considéra la Terre et les autres planètes comme des astres refroidis à leur surface et enveloppés d'une croûte solide. Voici en quels termes, précis et succincts, il les assimile à des soleils éteints : « Feignons que cette Terre où nous sommes a été autrefois un astre, en sorte qu'elle ne différait en rien du Soleil, sinon qu'elle était plus petite; mais que les moins subtiles parties de sa matière, s'attachant peu à peu les unes aux autres, se sont assemblées sur sa superficie et y ont composé des nuages ou autres corps plus épais et obscurs, semblables aux taches qu'on voit continuellement être produites, et peu après dispersées, sur la superficie du Soleil. » Si l'on se reporte à l'époque de Descartes, malgré les immortelles découvertes de Copernic, de Kepler et de Galilée, il faut reconnaître que l'idée d'assimiler les astres obscurs, comme la Terre, aux astres lumineux, tels que le Soleil, était singulièrement hardie. Quarante ans plus tard, l'idée d'une fluidité originelle était adoptée par Newton et lui servait à déduire, au moyen du calcul,

l'aplatissement que devait présenter le sphéroïde terrestre, à raison de la vitesse de rotation dont il est animé.

Poursuivant avec méthode et rigueur la pensée qui l'avait guidé dans la conception de l'univers et dans celle de l'origine de notre planète, Descartes voulut aussi considérer, au point de vue de la Mécanique, l'histoire du globe, ainsi que l'arrangement et les déplacements de ses différentes parties. Il rattacha les dislocations que présente de toutes parts la « voûte terrestre, » au refroidissement et à la contraction de la masse qui la supporte. En examinant son exposé, et surtout la figure qui l'accompagne [1], on verra qu'il n'était pas possible d'énoncer plus clairement la pensée que l'émersion des continents et la formation de leurs inégalités sont le résultat d'un déplacement relatif des voussoirs de la croûte terrestre. Une telle vue s'était présentée à l'esprit du philosophe français, quoique, de son temps, l'étude du sol ne fût même pas entrevue et ne lui fournît par conséquent aucune base d'induction. Sa belle théorie sur l'origine des aspérités du globe fut pendant longtemps méconnue, en faveur d'hypothèses auxquelles on n'accorde plus aucun fondement. On fut ramené à cette idée féconde dont il avait doté la science de la Terre, à la suite d'observations nombreuses et de bien des luttes. Leibnitz lui-même, tout en s'appuyant en partie sur les idées de ce grand homme, avait mieux aimé attribuer la mise à sec des antiques fonds de mer à l'infiltration d'une partie de l'eau dans des abîmes, qu'il supposait dus à d'anciennes boursouflures de la masse primitivement fondue.

Dans une synthèse dont l'esprit humain n'avait pas encore offert d'exemple, Descartes, continuant à transporter la mathématique dans des régions entièrement nouvelles, osait, le premier, considérer tous les phénomènes célestes comme de simples déductions de la Mécanique. « Je montre, dit-il, comment la plus grande partie de ce chaos devait, en vertu de ces lois, se disposer et s'arranger d'une certaine façon qui le rendait semblable à nos cieux; comment quelques-unes de ses parties devaient composer une terre, et quelques-unes des comètes, et quelques autres un soleil et des étoiles fixes. » Ainsi que l'a dit Laplace, c'était substituer aux qualités occultes des péripatéticiens les idées intelligibles de mouvement, d'impulsion et de force centrifuge.

Une des plus hautes conceptions dues au génie de Descartes touche particulièrement au sujet qui nous occupe : c'est que tous les corps de l'univers sont de semblable nature. « Il n'est pas malaisé, dit-il, d'inférer de tout ceci que la Terre et les cieux sont faits d'une même matière. » Cette dernière pensée,

---

[1] Édition française de 1688, IVe partie, § 42, p. 322 et § 44, p. 323.

dont nous pouvons apprécier la profondeur en nous reportant aux notions superficielles qui régnaient de son temps, a trouvé une confirmation aussi complète que possible dans les découvertes modernes. L'analyse spectrale, appliquée au Soleil et aux étoiles, a révélé dans ces astres les caractères de divers corps semblables à ceux que nous connaissons dans notre globe.

Mais il est des faits que cette analyse ne peut nous apprendre et que nous dévoile l'étude des météorites. Non seulement les recherches chimiques les plus approfondies n'y ont fait découvrir aucun élément étranger à notre planète, mais trois corps, le fer, le silicium et l'oxygène y prédominent, comme dans les roches terrestres. Quant au magnésium, si abondant dans les débris cosmiques, il ne paraît pas l'être moins dans les profondeurs de nos roches. La ressemblance s'étend jusqu'aux diverses sortes de combinaisons dans lesquelles ces éléments sont engagés, c'est-à-dire à leur mode de constitution; de part et d'autre se trouvent des espèces minéralogiques identiques, possédant les mêmes angles et les mêmes faces dans leurs cristaux, et souvent associées entre elles de la même manière.

Tandis que l'harmonie du plan de l'univers se manifeste par l'unité des lois de la Mécanique et de la Physique qui en gouvernent les parties les plus reculées, son unité de composition reçoit une éclatante confirmation par ces innombrables débris errants, qui viennent apporter sur notre planète des échantillons des astres dont ils ont été détachés. Aujourd'hui resplendit de plus en plus clairement l'unité qui règne dans la constitution matérielle des mondes. Quel hommage ne mérite pas l'homme qui, parmi nous, il y a plus de deux siècles, a ouvert un tel horizon! Ses vues intuitives illustrent en quelque sorte l'histoire même des progrès de la pensée humaine; en même temps qu'elles font ressortir la vigueur d'esprit de ce spéculatif audacieux. Comme s'il n'était pas assez de tant d'autres titres qui le recommandent aux siècles futurs, et malgré des erreurs, qui sont de son temps et de l'humanité, Descartes nous apparaît comme un initiateur de ces sciences que nous nommons aujourd'hui Cosmologie et Géologie. Dans nos jours d'activité fiévreuse, où chacun poursuit ses recherches sans s'inquiéter toujours de ceux qui ont frayé les voies, il paraît équitable et opportun d'exercer une sorte de revendication, en signalant à la reconnaissance de tous l'homme qui sut pénétrer d'un même regard le monde de la matière et celui de l'esprit.

Les analogies que nous avons signalées entre les météorites et les régions profondes de notre globe témoignent de l'identité des actions chimiques, lors de la formation d'astres bien

éloignés les uns des autres. En effet, un minéral rappelle généralement, d'une manière précise, les circonstances qui l'ont fait naître; on peut dire qu'il raconte lui-même son origine, surtout lorsque ce minéral peut être reproduit expérimentalement. Voyons donc comment le raisonnement, assisté de l'expérience, peut nous reporter à la formation même des astres dont nous possédons des parcelles. La silice ou acide silicique est un agent chimique dont l'énergie devient surtout considérable dans les hautes températures; aussi est-il l'élément caractéristique de nombreux produits engendrés dans les foyers de l'industrie, tels que le verre, les scories de forges, les laitiers de hauts fourneaux, comme il est celui des laves des volcans. Tous les silicates artificiels et naturels, dépourvus d'eau ou anhydres, dénotent une température élevée qui a présidé à leur formation.

Supposons que le silicium et les métaux n'aient pas originairement été combinés avec l'oxygène, comme ils le sont aujourd'hui, soit qu'au sein du chaos primordial ces divers corps ne se fussent pas suffisamment rapprochés, soit plutôt que leur température ne fût pas encore assez élevée pour leur permettre d'entrer en combinaison. Dès que l'oxygène parvient à agir, il s'unit d'abord aux éléments pour lesquels il a une affinité prédominante, premièrement au silicium et au magnésium, puis au fer et au nickel, et si ce gaz n'est pas en excès, il laisse un résidu métallique composé des corps les moins oxydables. Du fer et du nickel doivent donc nécessairement rester à l'état libre, disséminés au milieu des silicates pierreux. Or c'est exactement ce qu'on observe dans les météorites. C'est aussi ce que confirme l'expérience. En me plaçant dans les conditions qui viennent d'être énoncées, j'ai obtenu une imitation, dans ce qu'elle avait d'essentiel, des météorites du type commun, avec production d'un silicate de magnésie et de protoxyde de fer, ayant exactement la constitution du péridot.

Chaque jour, d'ailleurs, une opération métallurgique des plus connues, la décarburation de la fonte, c'est-à-dire sa transformation en fer malléable ou en acier, donne une réaction analogue et aboutit à un résultat du même genre. Quel que soit le procédé employé, que l'affinage de la fonte ait lieu dans de petits foyers au charbon de bois, comme on le pratiquait dès l'antiquité; qu'il s'exécute dans des fours couverts dits à puddler, ou enfin qu'il se réalise sans addition d'aucun combustible, par le procédé si ingénieux de Bessemer, c'est toujours l'oxygène de l'air qui brûle non seulement le carbone, mais aussi le silicium de la fonte et une partie du fer. La scorie noire qui se produit alors contient souvent un péridot à base de fer, ayant la même constitution chimique

et la même forme cristalline que le péridot magnésien des roches éruptives terrestres et des météorites.

La simple oxydation du silicium développe une quantité de chaleur énorme, bien plus encore que la combustion du carbone; dans les cornues qui servent à l'élaboration de l'acier et du fer, elle suffit même pour opérer l'affinage du métal, sans aucune addition de charbon. Le silicium, qui, dans la nature, est aujourd'hui complètement passé à l'état d'acide silicique, c'est-à-dire brûlé, partout où nous pouvons l'observer, a aussi dû être originairement, au moment où il s'est combiné à l'oxygène, la cause d'un échauffement intense, dans notre globe comme dans les autres astres également formés de silicates. Toutefois, dans ces derniers, dont les météorites sont des fragments, la température n'était probablement pas aussi élevée que dans les ateliers métallurgiques et les expériences précitées. En effet, il est extrêmement remarquable que, malgré leur grande tendance à une cristallisation nette, les combinaisons silicatées qui constituent les météorites y soient seulement à l'état de cristaux très petits et tout à fait confus, comme s'ils n'avaient pas passé par la fusion. S'il était permis de chercher quelque analogie autour de nous, nous dirions qu'au lieu de rappeler les longues aiguilles de glace que l'eau liquide forme en se congelant, la texture à grains fins des météorites ressemble à celle du givre et à celle de la neige, due, comme on le sait, au passage immédiat de la vapeur d'eau atmosphérique à l'état solide.

En résumé, l'extrême tendance de l'espèce péridot à se former, lors des oxydations du silicium, dont nos laboratoires et nos usines nous donnent à chaque instant la preuve, s'est manifestée avec non moins d'évidence, d'une part dans les roches profondes de notre globe, d'autre part dans les astres lointains dont proviennent les météorites. Partout se montrent les effets d'une ancienne et vaste oxydation. Ainsi s'explique simplement et expérimentalement le privilège d'ubiquité du péridot : il est en quelque sorte la scorie universelle.

De même qu'une forêt montre d'un seul coup d'œil la vie végétale à tous ses âges, l'univers nous présente des astres à toutes les phases de leur existence, depuis la chaleur et l'incandescence jusqu'à l'état obscur et un refroidissement avancé. Nous venons de voir, en outre, que quelques-uns sont en démolition et que leurs débris se précipitent sur d'autres, auxquels ils restent annexés. Les chutes si nombreuses constatées sur notre globe nous apprennent que le fait, loin d'être une exception, correspond à une sorte de régime habituel. Selon toute vraisemblance, et comme le pensait Descartes, le Soleil nous représente aujourd'hui une phase origi-

nelle de notre globe. A l'inverse, ce dernier, par son écorce et les antiques évolutions qui y sont clairement enregistrées, nous annonce l'avenir du Soleil et de bien d'autres corps célestes actuellement lumineux. Ces deux termes de comparaison permettent à l'homme d'entrevoir l'enchaînement des transformations des astres. Dans cet ordre de spéculation, la constitution des masses météoritiques nous apprend de plus avec certitude que les corps célestes dont elles émanent, quels qu'ils soient, ont une histoire chimique tout à fait semblable à celle des régions profondes de notre planète, histoire que nous venons de chercher à expliquer.

Ainsi, tandis que l'exploration du ciel nous révèle des millions de mondes au delà de notre système solaire, notre planète, si petite qu'elle soit, nous offre un exemplaire des changements subis par les astres et un épisode de l'histoire générale de l'univers. Les météorites forment comme un trait d'union entre la succession des époques de la Terre, objet de la Géologie, et la constitution du ciel, but de l'Astronomie. Ces deux belles parties des connaissances humaines se complètent par les lumières qu'elles reflètent l'une sur l'autre : le tableau des mondes, déjà sublime en lui-même, s'agrandit singulièrement dans ses horizons, lorsque le regard plonge tout à la fois dans les profondeurs des espaces comme dans l'immensité des temps passés et des temps futurs.

Nouvelle carte géologique de la France à l'échelle de $\frac{1}{500000}$;

Par MM. G. VASSEUR et L. CARRÉ.

MM. Vasseur et Carré ont offert à l'Académie les premières feuilles et le tableau d'assemblage d'une nouvelle carte géologique de la France dressée à l'échelle de $\frac{1}{500000}$, sur la carte chorographique du Dépôt des fortifications.

Le 23 juin 1884, M. Hébert avait bien voulu présenter à l'Institut les épreuves d'essai de ce travail; depuis lors, la publication de cet ouvrage a suivi son cours, les auteurs ont l'espoir de la terminer dans le courant de l'année 1886.

En 1881, le Congrès géologique international de Bologne avait posé en principe que, sur les cartes futures, chaque grand groupe stratigraphique devrait être représenté par une seule couleur, dont les nuances graduées seraient employées pour figurer les subdivisions du groupe, les plus foncées étant affectées aux subdivisions les plus anciennes.

La carte présentée est conforme aux décisions précitées.

Dans son ensemble, elle comprendra quarante-huit feuilles,

dont cinq destinées au titre et à la légende. Quinze planches sont actuellement imprimées; elles représentent le sud de l'Angleterre, la plus grande partie de la Belgique, le Luxembourg, les bords du Rhin jusqu'à Bonn et Francfort, l'Alsace-Lorraine et les parties orientale et centrale du bassin de Paris, enfin les environs de Bordeaux.

L'exécution de cet ouvrage n'aura pas nécessité moins de cinq années de travaux graphiques et d'études stratigraphiques personnelles.

Au point de vue du fond, la carte au $\frac{1}{500000}$ résumera les progrès de la Géologie accomplis en France depuis quarante-trois ans. Outre les nombreux travaux de cartographie géologique publiés pendant ce laps de temps et le résultat des recherches personnelles des auteurs, elle comprendra un grand nombre de documents inédits et de renseignements particuliers, dus à la précieuse collaboration de la majorité des géologues français.

L'énumération méthodique de tous ces matériaux et la nomenclature spéciale des terrains figurés sur chaque feuille constitueront d'ailleurs un volume de texte explicatif, complément indispensable de cette publication.

L'Association a reçu de M. Davanne, vice-président de la Société de Photographie, le dernier ouvrage qu'il vient de publier chez M. Gauthier-Villars. Il a pour titre : *La Photographie, traité théorique et pratique*, contenant les sujets suivants : Notions élémentaires. Historique. Epreuves négatives. Principes communs à tous les procédés négatifs, épreuves sur albumine, sur collodion, sur gélatinobromure d'argent, sur pellicules et sur papier.

L'Association a reçu également de M. Gauthier-Villars l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1886.

A la fin de cet *Annuaire* se trouvent deux articles très intéressants : l'un de M. Faye, sur les tornados des États-Unis, et l'autre de M. Janssen, sur le méridien et l'heure universels.

Le Gérant : E. COTTIN,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

1352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

17 JANVIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 303.

CONFÉRENCE DU 23 JANVIER 1886

à 8h 30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

Présidence de M. **Friedel**, membre de l'Institut, Président de l'*Association française pour l'avancement des Sciences.*

M. **Faye**, membre de l'Institut : *Sur la persistance de la figure mathématique de la Terre à travers tous les âges géologiques.*

La Photographie appliquée aux études d'Anatomie microscopique.

Depuis quelques années, les applications scientifiques de la Photographie deviennent de jour en jour plus nombreuses. Cet art n'est-il point aujourd'hui l'auxiliaire indispensable des observations astronomiques, physiologiques, géodésiques, etc.? Grâce à la Photographie, l'astronome obtient en quelques instants une carte du ciel qui aurait demandé autrefois des années de labeur; le physiologiste enregistre des mouvements si rapides que notre œil même ne parvient à les analyser; le géographe enfin recueille en quelques secondes des documents qui lui permettent de construire le plan de toute une région.

Pourquoi la Photographie ne rendrait-elle pas à l'anatomiste qui examine à l'aide du microscope les infiniment petits les mêmes services qu'à l'astronome qui observe les astres avec un télescope? Pourquoi, dans le premier comme dans le second cas, ne viendrait-elle pas prêter son appui à nos sens si lents à observer, à notre jugement si prompt à s'abuser?

Fixer par la photographie les images que nous montre le microscope, obtenir une représentation indiscutablement exacte des corps que nous ne pouvons apercevoir qu'en armant notre œil d'un puissant système de lentilles, certes voilà un problème séduisant et que tous les naturalistes voudraient depuis longtemps voir réaliser.

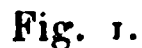
Aussi n'est-ce pas d'hier que les premières tentatives dans ce sens ont été faites, puisque déjà, en 1840, l'opticien si connu Vincent Chevalier présentait à l'Académie des Sciences une série d'épreuves amplifiées (écariens, écailles de poissons, etc.) obtenues sur plaques métalliques par l'emploi combiné du microscope solaire et du daguerréotype. Depuis cette époque, des essais sans nombre ont été faits dans le même sens, et la liste seule des ouvrages traitant de la microphotographie serait déjà longue à donner. Mais, il faut bien le reconnaître, malgré tout, les résultats obtenus n'ont pas paru suffisants aux anatomistes, puisque c'est tout à fait à titre d'exception que nous voyons une publication scientifique illustrée de photographies. C'est qu'en effet il ne faut pas demander à la plaque sensible de remplacer le dessinateur, car nous exigeons de celui-ci, non une reproduction servile de l'objet qu'il a sous les yeux, mais une représentation qui, tout en restant parfaitement exacte, mette pourtant en lumière les points qui nous intéressent. La Photographie ne pourra jamais faire cela : aussi ne saurait-elle se substituer au dessin que dans quelques cas tout particuliers. C'est qu'en effet une photographie, même parfaitement réussie, est, à cause des détails qui l'encombrent, aussi difficile à interpréter pour une personne non initiée que pourrait l'être la préparation microscopique elle-même pour celui qui n'aurait jamais mis l'œil à un microscope.

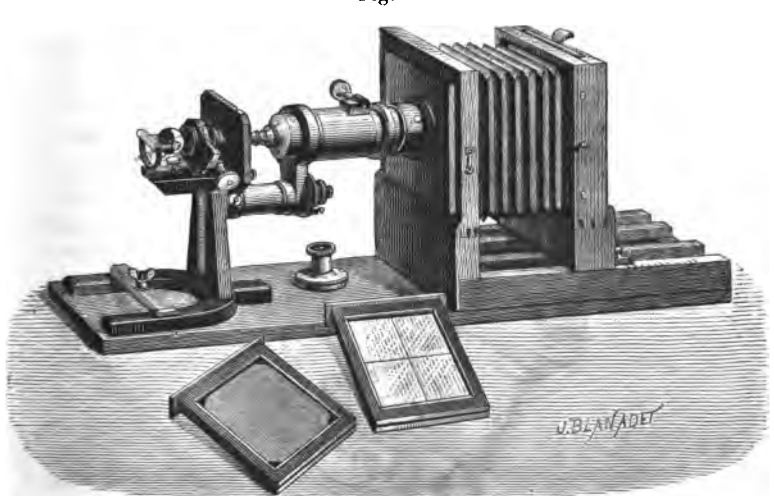
Sans vouloir considérer la Photographie microscopique comme un moyen de publication, nous croyons pourtant qu'elle peut rendre d'immenses services aux naturalistes en leur permettant d'obtenir en quelques secondes une copie servile, il est vrai, mais en tout cas incontestablement exacte, d'un objet microscopique. Malgré des avantages si incontestables, nous voyons bien peu de naturalistes s'aider de la photographie dans leurs recherches microscopiques. On comprend aisément qu'il en soit ainsi, si l'on réfléchit qu'il n'existe actuellement aucun trait de microphotographie répondant à l'état présent de la science ; aussi l'observateur qui voudrait entreprendre de reproduire ces préparations risquerait fort de perdre des mois en tâtonnements inutiles avant d'obtenir seulement une épreuve présentable.

M. Viallanes a voulu combler cette lacune de la littérature scientifique ; il a dans ce but fait paraître un petit vo-

lume ([1]) où il a condensé le résultat de plusieurs années d'expériences; désirant avant tout être précis et pratique, il laisse de côté tout détail historique, toute discussion théorique, pour donner seulement les dispositions instrumentales et les méthodes photographiques qui lui ont donné les meilleurs résultats.

L'appareil dont fait usage M. Viallanes se compose d'une


Fig. 1.



chambre noire, tout à fait semblable à celles qu'emploient les photographes, et d'un microscope qui peut s'incliner horizontalement pour venir s'adapter à la face intérieure de cette dernière. Le microscope, construit de manière à présenter des conditions de stabilité parfaite, se distingue surtout des instruments ordinaires par les dimensions inusitées de son tube. Cette disposition permet de recueillir sur la glace sensible une image ayant un champ beaucoup plus étendu que celle que notre œil peut apercevoir quand nous observons à travers l'oculaire d'un microscope disposé en vue des observations ordinaires.

Après avoir décrit l'instrument dont il fait usage, M. Viallanes étudie les conditions que l'appareil microphotographique doit remplir au point de vue optique; il nous indique soigneusement les combinaisons de lentilles, le mode d'éclairage qu'il convient d'employer selon qu'on veut obtenir tel ou tel résultat.

([1]) *La Photographie appliquée aux études d'anatomie microscopique*. Gauthier-Villars, 1886.

La troisième partie de l'Ouvrage dont nous rendons compte est consacrée aux manipulations photographiques; la marche à suivre dans l'opération si délicate du développement des images microscopiques y est tracée avec détails. L'auteur aborde ensuite l'examen du point le plus délicat de la technique photographique, la détermination du temps de pose; c'est là, au point de vue théorique, la partie la plus originale de l'Ouvrage. M. Viallanes a en effet imaginé une nouvelle méthode beaucoup plus exacte et beaucoup plus simple que

Fig. 2.



toutes celles qui avaient été proposées jusqu'ici. L'espace nous manque pour décrire cette méthode, appelée, croyons-nous, à rendre beaucoup de services aux opérateurs en leur épargnant toute espèce de tâtonnements.

Certains objets microscopiques paraissent de prime abord impossibles à photographier par ce fait que leurs différentes parties sont situées sur des plans trop éloignés pour qu'on puisse en même temps recueillir l'image de tous ceux-ci sur la glace sensible. M. Viallanes nous montre qu'on peut pourtant vaincre cette difficulté, si l'on a soin, durant la pose, de déplacer l'objectif de quantités déterminées d'avance. Par cette manœuvre on projette successivement sur la glace sensible les différents plans de l'objet, et l'on obtient une image

comparée infiniment plus complète que si l'on s'était contenté de photographier un seul plan.

Nous ne pouvons, dans un compte rendu sommaire, donner le détail des méthodes employées par M. Viallanes; contentons-nous seulement de recommander la lecture de sa brochure à tous ceux qui s'intéressent aux applications scientifiques de la Photographie.

Recherches statistiques de M. le Dr Jules Socquet;

Par M. LALANNE,
Membre de l'Institut.

M. le Dr Jules Socquet a présenté à l'Académie des Sciences un manuscrit ayant pour titre : « Contributions à l'étude statistique sur le suicide en France de 1826 à 1878 », et M. Lalanne en a fait l'objet d'un Rapport que nous reproduisons ici.

Tandis que la population française n'augmente que de $\frac{1}{400}$ environ chaque année, le suicide augmente dans la proportion de $\frac{1}{20}$, et le rapport du nombre des suicides à celui des habitants est moyennement de 1 à 10000.

Pour 1000 suicides du sexe féminin, il y en a 3436 du sexe masculin; presque trois fois et demie autant.

L'accroissement du nombre des suicides augmente avec l'âge; il est plus accentué chez les hommes que chez les femmes, sauf de 50 à 60 ans.

L'état de mariage avec enfants est celui où, dans les deux sexes, on a le moins de propension au suicide. C'est dans le célibat d'abord, dans le veuvage ensuite qu'existe au plus haut degré la disposition contraire. Dans tous les cas, sauf dans le premier, la proportion relative est moindre chez les femmes que chez les hommes.

La profession de commerçant est celle qui compte le moins de suicides; viennent ensuite, dans l'ordre croissant, la domesticité, l'agriculture, l'industrie, les professions libérales. C'est tout naturellement parmi les gens sans aveu qu'il s'en produit le plus.

Le nombre des suicides dans la population urbaine est presque double de ce qu'il est dans la population rurale. L'accroissement est beaucoup plus considérable dans la première que dans la seconde.

C'est, en général, dans les mois les plus chauds de l'année que les suicides sont le plus nombreux.

Ce sont les maladies cérébrales qui fournissent le plus de suicides dans les deux sexes, mais surtout chez les femmes. Cependant l'ivrognerie tend à devenir la cause prépondérante.

La lecture complète du Mémoire est nécessaire pour qu'on

puisse se rendre un compte exact de ce qu'il a fallu de recherches, de soins, de sagacité, d'études laborieuses pour rendre les résultats comparables entre eux au moyen de données puisées dans des documents qui ne sont pas établis sur des cadres uniformes dans une même administration, et qui donnent même parfois des chiffres discordants sur un même objet, lorsqu'ils émanent d'administrations différentes. Ces difficultés n'ont pas été sans suggérer quelques critiques à celui qui en a souffert, bien qu'il ait cité l'opinion toute favorable d'un statisticien étranger, M. Morelli, qui reconnaît que « la Statistique française est à peu près la seule qui lui ait donné des chiffres indiscutables, pouvant servir de base à des conclusions scientifiques rigoureuses ». On peut espérer que l'unité dans la direction générale qu'imprimera dorénavant, sans doute, aux documents officiels de toute provenance, le *Conseil supérieur de Statistique* créé par décret du 19 février de cette année, produira des résultats de nature à imposer silence aux critiques, à justifier mieux encore que par le passé les éloges des juges compétents. Nous hésitons d'autant moins à faire connaître à l'Académie ce nouvel état de choses si désiré depuis longtemps qu'il lui serait permis de l'ignorer, puisqu'elle n'a été invitée à y prendre aucune part, ni dans la période de préparation, ni même dans l'avenir, lorsqu'on en viendra au fonctionnement régulier de la nouvelle institution. Nous ne critiquons pas, nous constatons qu'après avoir établi en principe que l'élément scientifique ne devait pas y être en majorité, on a jugé ailleurs qu'il serait suffisamment représenté sans que l'Académie ait été appelée à désigner un seul de ses Membres pour siéger au sein du Conseil supérieur. Elle n'en continuera pas moins à recevoir chaque année, conformément aux intentions de M. de Montyon, les pièces produites au concours de Statistique, parmi lesquelles se trouvent souvent des documents officiels, dont les auteurs ne dédaignen pas de se soumettre à son jugement, alors même qu'ils font partie de ce Conseil supérieur. Le souvenir des travaux spéciaux en la matière des Fourier, des Mathieu, des Bienaymé, des La Gournerie, etc., suffira peut-être pour la dispenser d'avoir à se défendre contre une allégation d'incompétence, d'où qu'elle vienne!

M. le D[r] J. Socquet est aussi l'auteur d'une « Contribution à l'étude statistique de la criminalité en France de 1826 à 1880 », ouvrage imprimé de plus de 80 pages, à la suite duquel se trouvent quatre graphiques et cinq Cartes coloriées. Les éléments de cet Ouvrage sont empruntés aux documents officiels comme ceux du Mémoire dont il vient d'être question. C'es dans le Compte rendu général de l'administration de la justice criminelle en France et dans les Recensements sur la popula-

tion publiés par le Ministère du Commerce, que l'auteur a pris son point de départ, ainsi qu'on l'a fait dans tous les travaux du même genre publiés en France comme à l'étranger.

« Nulle part, dit-il, nous n'aurions pu en trouver de plus sûrs et de plus complets; mais ce n'est pas chose aisée de réunir la collection complète de ces publications, que les bibliothèques publiques elles-mêmes ne possèdent pas toutes, et ce n'est pas un petit travail de relever année par année tous les renseignements relatifs à une même nature d'affaires, de calculer les moyennes par périodes quinquennales, le tant pour cent, le rapport des nombres obtenus au chiffre de la population, de tracer les courbes, diagrammes et cartes nécessaires. Ce n'est qu'après avoir accompli cette longue et fastidieuse préparation qu'il est possible de se livrer à la comparaison et au groupement des résultats, seules choses que le public ait besoin de connaître, et qui seules l'intéressent. »

Par les motifs énoncés plus haut, un pareil travail n'est guère susceptible d'analyse, à moins d'entrer dans des détails que notre cadre ne comporte pas. Il nous suffira d'énoncer, d'après l'auteur, les principaux résultats auxquels il parvient. En ne considérant le nombre des accusés que par rapport à la population des deux sexes, on peut les répartir en deux groupes : l'un, composé de toutes les variétés de crimes qui présentent une augmentation, comprend les infanticides tentés ou perpétrés, les avortements, les viols et attentats à la pudeur sur les enfants, les coups et blessures ayant occasionné la mort, les incendies d'édifices habités ou non. Le nombre relatif des accusés, au contraire, a diminué pour les meurtres et les assassinats tentés ou commis, les viols et attentats à la pudeur sur adultes, les parricides, les empoisonnements, les coups et blessures graves.

Les crimes contre les adultes sont presque tous en diminution, tandis que les crimes contre l'enfance vont en augmentant. Quant à la contradiction qui existe entre le fait ainsi constaté d'une diminution de la criminalité contre la vie des adultes et l'opinion générale qui a trop facilement admis le contraire, elle s'explique par le développement exclusif qu'a pris la publicité donnée à ces crimes dans les journaux, par la curiosité malsaine à laquelle cette publicité fournit un aliment et par la malveillance avec laquelle certains voisins, dont cependant la vertu peut bien inspirer quelques doutes, accueillent, sans contrôle, tout le mal que nous disons de nous-mêmes et puisent, dans nos propres erreurs, des arguments pour annoncer la décadence des Français, de leurs mœurs, et l'insécurité du séjour dans notre pays pour les étrangers qui viendraient lui demander l'hospitalité. Or, si nous envisageons les accusés sous le rapport de la nationalité, nous voyons que

le taux pour un million d'habitants, soit français, soit étrangers, est de beaucoup plus élevé pour les étrangers que pour nos nationaux.

Le ciel austral et les premiers navigateurs des mers du Sud,

Par M. J.-C. HOUZEAU.

La description du ciel étoilé, faite par Ptolémée à Alexandrie, dans le IIe siècle de notre ère, s'étendait à 48 astérismes, visibles à cette époque sur l'horizon de la basse Égypte. Ce sont les 48 constellations classiques de nos sphères. Les groupes les plus austraux qui s'y trouvent compris, invisibles en tout ou en partie sous notre parallèle, sont : le Navire, le Centaure, le Loup, l'Autel et la Couronne australe. L'Autel de nos cartes modernes a même été étendu vers le sud, au delà des étoiles que Ptolémée y avait énumérées; et son fleuve Eridan a semblablement été prolongé jusqu'à la primaire Achernar.

Au delà des 48 constellations classiques, le ciel austral réservait aux voyageurs qui franchirent les limites de la navigation ancienne un spectacle nouveau, dont la magnificence était loin de céder à l'éclat du ciel européen. Avant que Vasco de Gama doublât, en 1497, le cap de Bonne-Espérance, et que Christophe Colomb fût parvenu aux Antilles en 1492, les Arabes qui sortaient de la mer Rouge pour suivre la côte orientale d'Afrique se guidaient d'après la belle étoile Canopus, à l'extrémité méridionale de la constellation du Navire. Ils avaient aussi remarqué les quatre étoiles brillantes dont nous faisons aujourd'hui la Croix du Sud, puisque la renommée de cette constellation, si remarquable par la différence de ses inclinaisons aux différentes heures de la nuit, était parvenue jusqu'en Europe. C'est évidemment de cette manière que Dante avait connu ce trait caractéristique du ciel austral, et qu'il avait pu le mentionner dans son immortel poème.

Parmi tous les navigateurs européens, Cada Mosto est le premier qui ait donné dans sa relation quelques notions sur l'uranographie australe. Son voyage aux Canaries est de 1454, et, de là, il s'était avancé le long de la côte occidentale d'Afrique. Le 2 juillet, il avait perdu la Polaire de vue; presque en même temps, il avait remarqué, le soir, le fameux groupe nommé plus tard la Croix, mais auquel ce nom n'a été appliqué qu'à une époque postérieure. Il y comprend, outre les quatre étoiles brillantes qui marquent pour nous les extrémités des deux pièces de la Croix, deux quaternaires qui en sont voisines, et compte ainsi six étoiles, « sei stelle basse sopra il mare

chiare, lucide e grandi ». Il regarde cet astérisme comme le Chariot du pôle antarctique.

Le premier navigateur qui entra ensuite, au sujet du ciel austral, dans des détails un peu plus étendus, fut Amerigo Vespucci, dont on a fait en français Améric Vespuce. En 1501, il descendait le long de la côte occidentale d'Afrique. Occupé de perfectionner les méthodes de l'Astronomie nautique, il prenait un intérêt particulier à l'examen du ciel. « Le pôle antarctique, dit-il dans sa seconde lettre, n'a pas d'Ourse, grande ni petite; il n'est marqué par aucune belle étoile. Mais il y en a quatre petites qui l'entourent, en forme de quadrilatère. » C'est effectivement ce que l'on retrouve, si l'on rétablit sur la sphère céleste la position du pôle au commencement du XVIe siècle. Les quatre étoiles dont il s'agit sont évidemment ζ, ρ, $\varkappa$ et σ Octantis, trois d'entre elles étant alors à 3° du pôle, et la quatrième η, à 4° environ. Le pôle était voisin de l'intersection des deux diagonales de ce quadrilatère. « A gauche, ajoute Vespucci, lorsque, le soir, je faisais face au pôle antarctique, je voyais trois étoiles d'un certain éclat, en triangle équilatéral. » C'étaient apparemment γ, δ et ζ Chamæleontis. « A celles-ci succèdent, continue-t-il, trois étoiles brillantes, desquelles celle du milieu est à 12°,30 du pôle. Il s'agit de la constellation que nous nommons l'Oiseau du paradis ou sans pieds (*Apus*), formé, en effet, de trois étoiles principales, dont celle du milieu est double (γ et δ Apodis). Dans l'espace intermédiaire (en ascension droite), il y a un astérisme de six belles étoiles, à 32° du pôle. C'est la Croix, dont le nom ne paraîtra que plus tard. Ensuite vient une grande constellation, plongée dans la Voie lactée, dont Vespucci donne un diagramme, fort grossièrement imprimé dans sa relation, où l'on peut reconnaître cependant les pieds du Centaure et les étoiles qui les avoisinent. « Il y a dans le ciel austral, dit avec quelque exagération le célèbre navigateur, une vingtaine d'étoiles qui peuvent le disputer à l'éclat de Vénus ou de Jupiter, telles qu'on voit ces planètes en Europe. » Il faut considérer que la pureté du ciel tropical contribuait à fortifier cette impression. Le voyageur était frappé de la plus grande netteté des images. Vespucci se montre, par exemple, profondément étonné de revoir la Lune le jour même où la conjonction a eu lieu.

En 1502, lorsqu'il arrive par 32° de latitude sud, nous avions, écrit-il, entièrement perdu la Petite Ourse, et la Grande restait si basse, qu'à peine l'apercevait-on à l'horizon, En revanche, nous avions le spectacle du ciel antarctique, où les étoiles sont nombreuses, plus grandes, plus brillantes que celles de notre pôle. Il a pris, dit-il, un croquis des configurations des principales d'entre elles, avec leur distance au pôle. Mais ce travail se bornait aux primaires et à quelques

secondaires, il n'y avait pas de groupement en constellations.

L'œuvre de description du ciel austral n'était donc qu'en ébauche au commencement du XVIe siècle. Andrea Corsali n'y mit pas beaucoup plus de détails dans sa relation de 1514. En doublant le cap de Bonne-Espérance pour aller aux Indes, il signale les deux nuages (Nubeculæ), avec une étoile toujours entre les deux, apparemment γ Hydri; mais en disant que cette étoile est à 11° du pôle, il la met évidemment trop près de ce point. Au-dessus, poursuit-il, est une croix de cinq étoiles, avec d'autres étoiles, à environ 30° du pôle. Il s'agit bien là de la Croix du Sud; mais on remarquera que le mot *croix* n'est encore employé que comme une désignation de la figure, et non comme appellation spéciale. Il ne semble pas qu'aucun astérisme austral eût encore, à cette époque, reçu un nom. Il est vrai que le récit de Corsali est accompagné, dans le recueil de Ramusio, d'un diagramme du ciel antarctique, offrant en tout 18 étoiles grossièrement placées, et que la légende y désigne la Croix du Sud par le mot *crusero*. Mais ce n'est là qu'une identification postérieure qui appartient à l'éditeur, lequel publiait son ouvrage en 1563, un demi-siècle après le voyage de Corsali. Ramusio avait de même écrit *crusero* à la marge, à propos de l'indication de la Croix par Cada Mosto; cependant, ce nom ne figure dans le texte de ces voyageurs, ni chez l'un ni chez l'autre : de leur temps, il n'était pas encore adopté dans un sens dénominatif. Oviedo, dont le grand ouvrage a paru en 1535, est le premier qui nomme la Croix (Cruz) comme astérisme (*Historia general de las Indias*, lib. II, cap. 11). Pour le voir convenablement, il faut, dit-il, arriver au parallèle de 22° nord.

Le grand nuage (Nubecula major) avait, comme la Croix, été connu des Arabes, puisqu'il est mentionné sous le nom de Bœuf, dans le catalogue d'Al Soufi. Dans toute l'étendue du ciel austral, c'était peut-être l'objet le plus propre à frapper l'attention, au moins par sa nouveauté. Comme on vient de le voir, Corsali l'avait mentionné. Mais le nom de Magellan n'a été associé que plus tard aux Nubeculæ. Cette association fut faite par les Portugais. On la trouve, à la date de 1578, dans Hakluyt, à l'occasion du voyage de Drake. Cet officier avait à son bord, comme pilote, un prisonnier portugais nommé Nuno da Sylva, qui avait désigné aux Anglais ces curieux nuages sous le nom de *Nuées de Magellan*.

Les noms des constellations australes ont dû s'établir par les relations verbales des marins, pendant la seconde moitié du XVIe siècle. Cette période nous laisse à peu près sans données à cet égard; mais il est facile de comprendre que le travail s'effectuait parmi les navigateurs. Lorsque Dircksz Keyser, plus connu sous le nom de Petrus Theodori, revint des Indes

hollandaises en 1597, il en rapporta une énumération générale des constellations du Sud, — les douze astérismes antarctiques qui, jusqu'au temps de La Caille, furent les seuls employés au delà du ciel de Ptolémée. C'étaient le Phénix, l'Hydre mâle, le Nuage, la Dorade, le Poisson volant, le Caméléon, l'Oiseau de paradis ou sans pieds, le Triangle austral ou niveau de maçon, le Paon, l'Indien, la Grue et la Pie indienne (qu'on a appelée aussi l'Oie américaine et que nous nommons aujourd'hui le Toucan). Dans ces douze constellations, Theodori énumérait par leurs coordonnées 121 étoiles, dont les principales furent placées par Hondius, par Van Langren et par Blæu, sur les globes célestes que ces savants construisaient à cette époque. Bayer se servit de la même description dans ses célèbres cartes célestes de 1603, où les étoiles sont pour la première fois désignées par des lettres de l'alphabet grec. Il faut dire cependant que la planche que Bayer consacre au ciel antarctique (*Tabula* 49) est pauvre et incomplète.

La même année 1603, Frédéric de Houtman, qui avait été établi longtemps à Sumatra, joignit à son dictionnaire malais un catalogue de 304 étoiles australes, réparties en 21 constellations, dont 8, placées à la bordure du ciel européen, étaient d'anciennes constellations de Ptolémée. Comme il ne comptait pas le Nuage, il n'y en avait que deux en plus de celles qu'avait données Theodori, reproduit par Bayer. C'étaient la Croix, qui paraît ici avec son appellation technique, et la Mouche. Les autres sont celles de son prédécesseur, avec cette seule différence qu'il appelle la Grue un Héron, et qu'il donne pour synonyme de la Pie indienne le mot *Lang*, lequel désigne en malai le Faucon de Pondichéry (*Falco pondicerianus*).

On peut regarder l'uranographie de Theodori et de Houtman comme le résultat des premières observations des navigateurs. Halley le consacra dans son catalogue de Sainte-Hélène. C'était tout ce qu'il fallait aux marins; mais, au point de vue astronomique, ce travail était incomplet, en ce qu'il laissait sans désignation des groupes et des figures diverses de petites étoiles, auxquels La Caille, dans une revue plus systématique, fut amené à donner des noms, au milieu du XVIIIe siècle. Ce fut cet astronome qui forma de ces étoiles moins remarquables les constellations de l'Horloge, du Réticule, du Chevalet, de la Montagne, de la Table, du Compas, de la Règle, de l'Octant, du Télescope et du Microscope.

De Cada Mosto à la Caille, il y a près de deux siècles. Il a donc fallu aux Européens un pareil intervalle pour étendre à la partie précédemment inconnue de la sphère le système de répartition en astérismes dont ils se servaient pour le ciel visible chez eux. Mais quelque longue que paraisse cette durée,

le système a été étendu et complété. Les Chinois, au contraire, qui avaient divisé le ciel boréal à leur manière, et qui avaient des noms pour les étoiles de la partie du firmament visible de Pékin et de Nankin, sont restés passifs à l'aspect du ciel antarctique. Ils n'ont pas étendu comme nous l'uranographie aux régions méridionales de la sphère. Lorsqu'ils ont commencé à naviguer dans les mers du Sud, ils ont vu les brillantes constellations australes sans songer à les décrire ni à les nommer; et aujourd'hui ils empruntent dans leurs traités notre nomenclature des astérismes austraux. Frappant contraste entre l'esprit d'initiative de l'Europe et l'inertie dans laquelle la Chine moderne est tombée! Les Chinois avaient achevé, il y a vingt siècles, l'uranographie de leur ciel. Lorsqu'ils ont navigué au midi, leur intelligence était arrêtée : elle n'ajoutait plus rien au travail du passé.

(*Ciel et Terre.*)

La pisciculture au Japon.

Par M. RAVERET-WATTEL.

On a souvent attribué aux Chinois l'invention de la pisciculture, ou, tout du moins, le mérite d'avoir trouvé, bien des siècles avant les Européens, la véritable formule de l'élevage industriel du poisson. La vérité est que, de temps immémorial, les habitants du Céleste-Empire savent récolter, à l'époque du frai, les œufs tout fécondés de certaines espèces de poissons, pour les soustraire aux chances de destruction auxquelles ils seraient exposés, les placer dans des conditions favorables à leur éclosion et obtenir un alevin abondant, qui sert à l'empoissonnement des rivières, canaux et étangs.

Les espèces ainsi cultivées sont, en général, des Cyprinides (*Leuciscus idellus, L. Æthiops, Hypophthalmichthys Dabryi, H. Simoni*), inférieures en qualité à la Carpe commune. D'après des renseignements que je tiens de M. le Commissaire de la section chinoise, à l'Exposition de pisciculture de Berlin, en 1880, les *Hypophthalmichthys* (en chinois *Lien-yü*), servent spécialement d'offrandes aux idoles pour les gens qui désirent avoir des enfants. La chair de ces poissons est insipide; mais elle est mangée par les gens du peuple, après avoir été offerte aux dieux.

Quant aux procédés de fécondation artificielle, qui font en Europe la base de la pisciculture, les Chinois ne les connaissent que très imparfaitement et les regardent comme ne pouvant donner que des sujets prédisposés à une prompte dégénérescence.

Il n'en est pas de même au Japon, où la pisciculture, aujourd'hui très en honneur, est l'objet d'une sollicitude toute particulière de la part du gouvernement. Nous devons quelques renseignements à ce sujet à M. Sckizawa Akekio, attaché au bureau de l'Agriculture du ministère de l'intérieur, à Tokio, qui, délégué du gouvernement japonais à l'Exposition universelle de Philadelphie, en 1876, a profité de son séjour aux États-Unis pour faire une étude toute spéciale de la pisciculture et a, depuis, contribué pour une large part au développement de cette industrie au Japon.

Un service officiel de pisciculture a été organisé par l'administration japonaise, et sur divers points de l'empire ont été créés des laboratoires d'éclosion, qui fournissent annuellement des milliers d'alevins destinés au rempoissonnement des rivières les plus dépeuplées. Les premiers établissements installés furent ceux de Yuki (Knagawa Ken et de Shirako (Saitamo Ben), qui datent de 1877. Chacun de ces deux établissements peut élever environ 30000 poissons. La contrée est malheureusement peu fournie en eaux de sources. Ces eaux, nulle part abondantes, sont en outre sujettes à de grandes variations de température.

Depuis 1879, cinq autres établissements ont été créés. En outre, quatre stations temporaires fonctionnent successivement sur les différents cours d'eau qu'il s'agit de repeupler. Elles sont chargées de la production de l'alevin de Saumon à verser dans ces cours d'eau. La récolte et la mise en incubation des œufs commencent vers la fin de décembre. Dans le courant d'avril, l'alevin est arrivé au degré de développement convenable pour être mis en liberté.

L'établissement le plus important est celui de Shiga Ken, qui, alimenté par une eau abondante, d'une température de + 12° C. en été, peut élever des quantités presque illimitées de poissons. C'est de la production de la Truite surtout dont on s'y occupe, et les bassins renferment généralement de 250 à 300000 sujets, pour la plupart remarquables par leur belle apparence.

Un point à remarquer, c'est qu'au Japon les eaux de source et de rivière sont presque toujours extrêmement douces ; elles contiennent fort peu de calcaire et sont plus généralement siliceuses.

Par suite de la cherté de la viande au Japon, on a dû renoncer dans les établissements à nourrir les poissons avec du foie haché et autres issues (rate, poumons, etc.), comme on le fait dans d'autres pays. Après quelques tâtonnements on est arrivé à composer une nourriture qui réussit parfaitement au poisson et qui est tout simplement un mélange de chrysalides de ver à soie et de farine de blé. Les chrysalides sont

réduites en poudre dans un appareil en forme de moulin à café, puis on y ajoute un même poids de farine et l'on fait bouillir le tout pendant un quart d'heure. Quand la masse est refroidie, on la fait passer à travers un crible pour obtenir une sorte de semoule qui, fraîche ou sèche, est parfaitement acceptée par la Truite. Depuis plusieurs années, M. Sekizawa Akekio n'emploie pas d'autre nourriture pour ses élèves, et s'en trouve fort bien; c'est une alimentation infiniment plus facile à se procurer au Japon que toute autre nourriture animale.

M. Edward Kinch, professeur au collège impérial d'agriculture de Tokio, a fait l'analyse chimique des chrysalides des deux espèces de vers à soie, ainsi que du mélange de farine de blé et de poudre de chrysalides; les résultats ont été les suivants :

A. Chrysalides de vers à soie du Mûrier (*Bombyx mori*);
B. Chrysalides de vers à soie du Chêne (*Attacus Perryi*);
C. Mélange de farine et de poudre de chrysalides.

Composition	(A.)	(B.)	(C.).
Eau	10,99	9,28	12,23
Cendres (1)	3,24	2,54	3,30
Huiles	14,83	23,57	7,16
Matières albuminoïdes	47,28	49,75	25,25
Matières non azotées	23,26	14,86	52,06
	100,00	100,00	100,00

On voit que la composition ne diffère pas beaucoup de celle de la viande. La proportion de matières azotées est très forte; il y a aussi beaucoup de graisse ou d'huile.

S'ils ont recours à la multiplication artificielle du poisson, les Japonais ne négligent pas la précaution si importante de protéger les frayères naturelles, lesquelles sont, à la pêcherie de saumon de Tangawa, l'objet d'un aménagement tout particulier qui mérite une mention spéciale.

Le Miomotegawa (*Gawa*, ou *Kawa*, signifie rivière) est un petit fleuve de la province d'Echigo, aux eaux peu profondes, mais rapides, coulant sur un fond de sable et de gravier. Le *Salmo orientalis* et surtout le *S. Perryi*, qui y sont très abondants, donnent lieu à une pêche des plus actives. Environ sept cent cinquante familles de pêcheurs vivent de cette industrie, et sont relativement dans l'aisance, bien que payant

(1)

Contenant :	(A).	(B.).
Silice	2,12	83
Chaux	4,19	1,29
Acide phosphorique	38,50	34,30
Potasse	17,87	17,88

une redevance assez élevée à l'État et tout en ayant, de plus, à leur charge l'entretien des rives du fleuve, ce qui représente une dépense annuelle de 5000 yen. Non loin de son embouchure, à Murakami, le Miomotegawa forme un petit bras connu sous le nom de Tamgawa (en japonais, rivière à frayer), parce qu'il est, en effet, au moment du frai, le rendez-vous général des Saumons, qui y trouvent une eau claire, limpide, et un fond de gravier parfaitement uni et propre, très favorable à la ponte. Ce bras de fleuve, de 45^{m} de large sur une longueur de 1^{km} environ, est barré en amont par un clayonnage solide. Un autre clayonnage semblable, mais présentant une ouverture, est établi à l'extrémité aval. A l'époque de la remonte, les Saumons s'engagent entre ces deux barrières et s'y accumulent, ne pouvant aller plus loin. Quand on les juge assez nombreux, on ferme l'ouverture du clayonnage d'aval et les poissons se trouvent captifs. On les laisse ainsi parqués pendant une semaine environ, temps nécessaire pour que tous ou à peu près puissent frayer sur place. Leur ponte terminée, on les capture jusqu'au dernier, à l'aide de grandes seines, puis on en laisse entrer d'autres, pour lesquels on procède comme pour les premiers, et ainsi de suite jusqu'à la fin de novembre. Les Saumons remontent parfois en bancs tellement serrés qu'on les prendrait presque à la main. Aussi plusieurs gardes-pêche sont-ils employés à une surveillance de jour et de nuit, car le braconnage deviendrait extrêmement facile et lucratif.

Les œufs déposés en nombre considérable sur les frayères s'y trouvent dans des conditions très favorables. Presque tous viennent à bien, et, dès les premiers jours du printemps, on voit les alevins fourmiller de tous côtés.

En mai de l'année suivante, ces jeunes poissons effectuent leur premier voyage à la mer, et c'est alors que la surveillance redouble pour qu'il ne leur arrive pas d'accidents, car ils sont la promesse de l'avenir. Sur les deux rives du fleuve des guérites sont installées de distance en distance pour les gardiens, qui n'ont pas seulement à prévenir le braconnage, mais qui doivent aussi chercher à protéger les Saumoneaux contre les causes de destruction. Devant toutes ces précautions, on s'explique aisément que la pêche du Saumon soit d'une abondance extrême dans les eaux du Miomotegawa.

Ce système de protection des frayères et de surveillance spéciale n'est du reste pas nouveau. Il fut, paraît-il, imaginé il y a deux siècles par un nommé Aoto, et appliqué avec succès d'après les ordres d'un Daïmio du nom de Naito. Les règlements locaux sur la pêche et la protection du Poisson sont encore aujourd'hui ceux qu'on adopta à cette époque, et, en fait, rien n'était à y changer, puisque l'abondance du Saumon est restée la même. Dans les cours d'eau, au contraire, où

des abus de pêche ont eu lieu, le dépeuplement se fait beaucoup sentir, et c'est pour ces cours d'eau que l'intervention des établissements de pisciculture est aujourd'hui devenue nécessaire.

(*Société d'Acclimatation.*)

Relèvement rapide des câbles sous-marins.

Les procédés employés dans la télégraphie sous-marine pour la pose et la réparation des câbles sont arrivés aujourd'hui à un degré de perfection dont on ne se rend pas assez compte. Il y a un mois à peine, le câble qui relie Kennack-Core, Cornnall et Bilbao (Espagne), se trouvait rompu par une profondeur de 2300 brasses (environ 4200^{m}). Le steamer *l'Électra* fut envoyé sur les lieux et répara l'accident en trois jours; trois sondages seulement furent nécessaires pour relever les deux extrémités du câble, et encore celui-ci fut-il ramené les trois fois, mais au début on se trouvait un peu trop loin de la rupture. C'est, à notre connaissance, le premier exemple d'un pareil travail exécuté avec une telle rapidité à une aussi grande profondeur.

L'Association a reçu le premier numéro du *Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle élémentaire*, publié sous la direction de M. Abel Buquet, ancien élève de l'École normale.

Cette publication comprendra : 1° Questions diverses traitées par des professeurs; — 2° Problèmes ou exercices résolus ou proposés; — 3° Recueil de questions d'examens; — 4° Bibliographie; — 5° Description des appareils et instruments nouveaux. Edité chez Delagrave, 10^{fr} par an.

L'Association a reçu également un volume ayant pour titre : *Dax pittoresque et thermal;* Guide du médecin et du malade, par le Dr Barthe de Sandfort, ancien médecin de la Marine; Paris, E. Dentu, éditeur; — *Sur les étoiles et spectres de la troisième classe,* par M. M.-C. Duner; Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Stockholm, le 11 juin 1884; — Le *Recueil des publications de la Société havraise d'études diverses,* années 1880, 1881, 1882, 1883 et 1884.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

24 JANVIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 304.

CONFÉRENCE DU 30 JANVIER

à 8h 30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. **Salomon Reinach** : *L'archéologie à Carthage.*

Président : M. **Gréard**, Membre de l'Institut, vice-recteur de l'Académie de Paris.

Principaux résultats des recherches faites en Suède sur les courants supérieurs de l'atmosphère;

Note de M. H. HILDEBRANDSSON.

Les premières Cartes synoptiques, dressées par Le Verrier et d'autres, il y a trente ans, ont montré que la direction du vent est centrifuge autour d'un maximum barométrique et centripète autour d'un minimum. En même temps, le mouvement a une composante tangentielle, et dans l'hémisphère nord l'air tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un maximum, dans le sens contraire autour d'un minimum. On doit donc en conclure que l'air monte au centre d'une tempête, et que, parvenu à une certaine hauteur, il s'éloigne du centre dans toutes les directions. Dans les régions de maximum barométrique, cette nappe supérieure descend et alimente les courants inférieurs divergents.

Pour étudier de plus près le mécanisme de ce phénomène, il faut observer directement et avec précision le mouvement des courants dans les régions les plus élevées de l'atmosphère, ce qui est souvent possible, grâce aux cristaux de glace qui constituent les nuages connus sous le nom de *cirrus*, et dont la marche indique la direction du courant dans lequel ils flot-

tent. Guidé par cette pensée, j'ai organisé en Suède, dès 1873, l'observation régulière des cirrus et j'ai déduit de ces observations les résultats suivants :

1° Tout près du centre d'une dépression, ou minimum barométrique, les courants supérieurs se meuvent à peu près dans une direction parallèle aux vents inférieurs;

2° A mesure qu'on s'éloigne du centre, ils s'écartent en dehors et à droite des vents inférieurs;

3° Dans les régions de maximum barométrique, ils convergent vers le centre en coupant les isobares à peu près à angle droit;

4° Le mouvement divergent des courants supérieurs est beaucoup plus grand dans la partie antérieure de la dépression, c'est-à-dire à l'est-nord-est du centre, que dans la partie postérieure, où le mouvement des cirrus s'approche de la direction de la tangente aux isobares.

Un examen analogue du mouvement des nuages inférieurs a montré que les courants dans lesquels flottent ces nuages marchent dans une direction presque perpendiculaire à celle du gradient, ou parallèle à la tangente aux isobares.

Enfin le vent à la surface du sol fait avec le gradient un angle sensiblement constant et vers la droite; il se dirige donc vers le centre de la dépression en suivant à peu près une spirale logarithmique.

Il est donc prouvé directement par l'observation que :

L'air, qui se meut à la surface terrestre en spirales logarithmiques autour du centre d'une dépression s'élève au centre; à une hauteur de 2000^m *à* 3000^m, *il est doué d'un mouvement presque circulaire autour du centre du tourbillon; enfin, parvenu à une hauteur considérable dans la région des cirrus, il s'éloigne du centre, surtout dans la partie antérieure. Ces courants supérieurs convergent vers le centre des régions de maximum barométrique et descendent vers la surface du sol où ils sortent du centre en mouvement centrifuge* (1).

Ces résultats ont été confirmés par les recherches faites indépendamment en Angleterre par M. Clément Ley.

En dehors de ces mouvements autour des centres de hautes et de basses pressions, il restait à déterminer la direction moyenne des mouvements supérieurs de l'atmosphère. En discutant les observations faites pendant dix années dans un grand nombre de stations en Suède et à l'étranger, j'en ai déduit les résultats suivants :

1° La direction moyenne des cirrus est comprise entre nord-ouest et sud-ouest pour toutes les stations de l'Europe

(1) *Acta Soc. Reg. Scient. Upsal.*, 1874 et 1883.

et en toutes saisons, et semble coïncider à peu près avec la trajectoire moyenne des centres de dépressions;

2° La composante nord du mouvement est plus grande en hiver qu'en été et est surtout grande en Suède et sur la côte de la Méditerranée.

Les observations qui précèdent ne se rapportent qu'au mouvement des nuages que l'on peut déterminer d'une seule station, et par conséquent à la composante horizontale de leur mouvement apparent. La détermination de la hauteur vraie et de la vitesse réelle des nuages, c'est-à-dire de leur trajectoire dans l'espace, présente encore plus d'importance. Il suffit, pour cela, que deux observateurs situés à une distance convenable, et reliés par une ligne téléphonique, visent simultanément le même point d'un nuage avec des appareils propres à mesurer les angles; plusieurs mesures successives permettent de déterminer le mouvement réel du nuage dans le sens horizontal et dans le sens vertical. Des observations régulières ont été organisées à Upsal en 1884 avec deux bases, l'une de 500^m pour les nuages inférieurs, l'autre de 1300^m pour les cirrus. J'en réserverai l'examen détaillé pour le moment où elles embrasseront une année complète. Il me suffira d'indiquer aujourd'hui les principaux résultats.

Les cumulus et les cirrus présentent dans leur hauteur une variation diurne très marquée. La hauteur du sommet des cumulus et leur épaisseur atteignent leur maximum à une heure du soir; la hauteur des cirrus, au contraire, va en croissant du matin jusqu'au soir.

Le Tableau suivant d'observations donnera une idée du mouvement des cirrus :

Date. 1885.	Hauteur moyenne.	Vitesse horizontale.	Vitesse verticale.	Direction.	Vent inférieur. Direction.	Vent inférieur. Vitesse.
	m	m	m	°		m
26 mai....	8061	19,4	+5,1	S 87 W	SW	3,9
30 mai....	8069	42,3	+2,6	S 56 W	WSW	7,9
6 juin....	9223	44,1	+6,4	S 67 W	WSW	8,2
15 juin....	9237	36,5	−1,3	S 80 W	SSE	4,0
19 juin....	8268	34,5	+2,8	W 15 N	SSW	2,9
13 juillet..	8825	13,5	−1,7	S 36 W	SSE	4,3
»	10604	15,1	−0,8	S 37 W	»	»

Comparant ensuite ces résultats avec la situation atmosphérique au moment des observations, on constate que les vitesses verticales positives (de bas en haut) correspondent aux cas où l'on est au voisinage d'une dépression et les vitesses de haut en bas au voisinage d'un maximum barométrique. Les cirrus *s'élèvent* donc au-dessus des dépressions et *descendent* vers les points où la pression inférieure est maximum.

L'étude des mouvements des couches supérieures de l'atmosphère pourra donc être résolue par l'observation des

nuages, pourvu que cette observation soit faite régulièrement dans un grand nombre de stations placées dans des conditions climatologiques diverses et à différentes altitudes au-dessus du niveau de la mer.

Le commerce des plumes,

Par M. P.-L. SIMMONDS.

La mode de porter des plumes d'oiseaux règne depuis plus de temps, et avec plus de succès, auprès des dames, que les autres modes. Aussi, ce commerce atteint actuellement des proportions énormes. Rien que pour ce qui concerne l'Angleterre, la valeur des importations dépasse *deux millions* de livres sterling. Donc, la préparation, l'application et la vente au détail doivent encore offrir de beaux bénéfices aux commerçants.

La majeure partie des plumes nous vient des Indes, de diverses contrées asiatiques, de l'Afrique, et, en moins grande quantité, de l'Amérique. Dans cet article, je parle seulement des oiseaux terrestres, sans m'occuper des espèces aquatiques.

L'importation annuelle, chez nous et en France, de petits oiseaux exotiques à plumage brillant atteint le nombre de un million et demi d'individus. Ils arrivent d'abord en Angleterre, d'où on les réexpédie. Nous recevons, chaque année, environ *deux cent cinquante mille* Colibris.

A une vente publique, l'automne dernier, outre les plumes détachées, 147 386 oiseaux en peaux furent exposés durant les deux jours de vente; parmi eux il n'y avait pas moins de 44381 Perroquets verts ou Amazones (*Chrysotis amazonica*) et d'autres espèces.

Le Tableau suivant montre l'importance de ce trafic en Angleterre, par importations annuelles depuis neuf ans.

	Oiseaux en peaux.	Plumes.
1875	£ 126 177	£ 713 199
1876	109 045	778 477
1877	109 041	873 192
1878	91 679	1 002 902
1879	80 238	1 146 211
1880	107 554	1 367 128
1881	127 374	1 322 255
1882	144 694	1 957 840
1883	155 240	2 011 926

Nous réexpédions environ la moitié des plumes, comme il suit :

1879	£ 491 140
1880	660 931
1881	723 187
1882	1 003 278
1883	1 009 123

La France et les États-Unis prennent la moitié de ces exportations.

Dans une note que j'ai lue à la Société, en février 1876, sur le *commerce des plumes d'Autruche,* j'ai fait connaître les statistiques de nos importations jusqu'en 1874, et il est intéressant d'établir, en parallèle, l'augmentation rapide obtenue depuis cette époque, par l'élevage et la domestication de l'Autruche dans l'Afrique méridionale; enfin je place à côté ce que nous fournissent les diverses contrées de l'Afrique septentrionale : Malte, l'Égypte, la Tripolitaine et le Maroc.

	Afrique méridionale.	Afrique septentrionale.
1875	£ 293 866	£ 94 164
1876	360 572	67 481
1877	400 926	61 180
1878	590 372	33 162
1879	717 056	45 949
1880	959 079	47 651
1881	973 774	28 183
1882	1 421 337	49 268
1883	1 425 781	86 943

Aden est un entrepôt pour les plumes d'Autruche : il en reçoit annuellement de 7000 lbs. à 8000 lbs. La moitié proviennent de Berbera.

M. R.-H. Elliott, dans une note lue peu de temps avant la formation de l'Association indienne de l'Est, appelait l'attention sur les envois considérables de petits oiseaux expédiés de Madras, et qui sont expédiés principalement par Hong-Kong et Singapore; l'auteur prévoyait une extermination prochaine des oiseaux à plumage éclatant.

Voici les chiffres, pour les trois dernières années, des chargements d'oiseaux expédiés de Madras :

	Plumes.	Valeur.
1881	£ 122 175	£ 1 662
1882	105 515	1 998
1883	167 750	2 666

	Oiseaux en peaux.	
1881 quantité	82 400	£ 1 998
1882	98 300	2 098
1883	11 275	166

Le Tableau ci-dessous des envois provenant des différents ports indiens montre des chiffres bien plus considérables :

1881	£ 24 082
1882	34 658
1883	66 455

Enfin, le Tableau des exportations de plumes de toutes les Indes anglaises prouvera l'importance de ce commerce. Les années commencent et finissent en mars :

1881	£ 65433	£ 26944
1882	67164	28966
1883	89839	30425
1884	104621	47639
1884 (six mois)	46487	41352

Des Indes, nous recevons principalement des Geais bleus, des Coqs de jungles, des Orioles, des Tragopans, des Martins-Pêcheurs (*Alcedo Bengalensis*) et autres; et les plumes de Paon et de Pélican.

Ces derniers sont chassés à outrance en Cambadie, durant l'époque de la mue. On les prend dans de grands pièges, et, pendant une semaine, de mille à deux mille individus sont tués chaque nuit. Les plumes grisâtres des ailes et les plumes noires des extrémités sont arrachées, liées en bottes, et, dans l'Est, s'emploient surtout pour la confection des éventails. Ces plumes sont estimées en Europe, où on les teint généralement.

Le petit Héron à aigrette et le *Ardea alba* sont très recherchés pour leurs plumes. Pour donner une idée de l'usage considérable qu'il est fait de ces plumes, je dirai que, dans une vente de ce genre, en janvier 1876, les plumes vendues, au nombre de vingt par Héron, représentaient le massacre de 9700 oiseaux, tous des Indes.

Nous employons aussi les plumes fournies par les Marabouts et les Cigognes-Adjudants. Les premiers habitent de grands espaces compris entre le Sénégal et Angola. Les Adjudants fournissent des plumes presque aussi estimées que celles des Marabouts. Les Cigognes-Adjudants sont très répandues dans les Indes septentrionales, et surtout au Bengale, où elles sont bien connues dans les grandes villes comme rendant des services en dévorant les immondices.

Les plumes de Paon, aussi bien celles du corps que celles de la queue, sont fort recherchées pour la parure. Dans une vente publique au mois d'août, environ soixante-quinze caisses furent vendues, contenant, non seulement les peaux complètes du corps de ces oiseaux, mais aussi les plumes et la peau bleues du cou, les ailes, les plumes du corps et de la queue, classées sous les noms de « yeux, sabres, queues de poisson », selon qu'elles proviennent des côtés de la queue (plumes vertes brillantes), ou du milieu, où elles sont marquées d'un œil bleu.

Dans les Indes, on les emploie beaucoup pour la confection des éventails, parures diverses, vendues dans le pays de 6 pence à 1 schilling pièce.

Des dix-huit espèces de Paradisiers connues, quatorze habitent la Nouvelle-Guinée et les îles environnantes; trois l'Australie, et une seule les Moluques. Les quatre espèces bien caractérisées comme types des groupes vivent dans la Nouvelle-Guinée et dans quelques îles rapprochées. Les autres espèces sont plus rares. Les plus connues sont : le Grand Paradisier (*Paradisea apoda*, Lin.), découvert depuis le milieu du XVIe siècle, dans les îles Aru, et le Petit-Émeraude (*P. papuana*, Beschst), dont le plumage sert à orner la tête des Ratahs de l'Est et des dames riches de l'Ouest.

Le *Paradisier rouge* a les plumes longues des côtés d'un brillant cramoisi, au lieu d'être jaunes; le *Paradisier royal* semble être un flocon de plumes, ayant deux minces filets d'environ six pouces anglais de long, naissant à la queue et se terminant en une large spirale vert-émeraude.

Ces oiseaux semblent avoir été découverts par les Portugais, lors de la conquête de Malacca, en 1511, où les Paradisiers étaient amenés par les Malais et les Javanais, qui les envoyaient en Chine. Quoi qu'il en soit, les Portugais les auraient remarqués dès leur arrivée ou au commencement de l'année suivante. Cependant le premier récit à ce sujet nous vient de Pigafetta, qui alla aux Moluques dix ans après les Portugais. Cette description, prise sur le manuscrit original publié en 1800, est comme il suit :

« Ils nous donnèrent aussi, pour le roi d'Espagne, deux splendides oiseaux morts. Ces oiseaux étaient à peu près de la taille des Grives. Ils avaient une petite tête et un long bec, des jambes fines comme des plumes d'oie, des pieds longs; ils n'avaient pas d'ailes, mais, à leur place, de longues plumes de couleurs variées. La queue était semblable à celle des Grives. Toutes les plumes, à l'exception de celles remplaçant les ailes, étaient de teinte sombre. Ces oiseaux ne volent que lorsque le vent souffle. Les indigènes nous dirent que ces volatiles viennent du *Paradis terrestre*, et ils les nomment « *Burung diwata* » (Oiseau de Dieu). »

D'après ce récit, il est probable que les Paradisiers envoyés par le roi de Tidor, une des cinq Moluques, au roi Charles V, n'appartenaient pas à l'espèce du Grand-Émeraude, que nous connaissons le mieux, mais bien à l'une de celles qui habitent les Moluques.

Actuellement, les entrepôts principaux pour ces oiseaux, en Orient, sont les îles Aru, et, en Occident, Batavia et Singapore; ils sont envoyés des Célèbes. Les Hollandais nous en fournissent aussi et le prix de première main est de 20 à 25 shillings, suivant qualité. En 1872, 3000 de ces oiseaux en peaux furent apportés, par bâtiments, du port de Dabo aux îles Aru.

Les plumes délicates du Faucon-Pêcheur (*Pandion haliætus*), d'un brun jaunâtre ou blanc de neige, sont très recherchées pour la confection d'aigrettes.

Des quantités prodigieuses de plumes d'Argus et de différents Faisans indiens sont aussi reçues. Même au marché de Leadenhall, les plumassiers achètent les plus beaux Faisans communs pour leur plumage. Ils sont préparés pour être placés sur les chapeaux de dames, et la chair de ces Faisans est vendue bon marché.

Dans l'Amérique du Sud, on recherche les plumes du Nandou (*Rhea americana*); elles sont connues dans le commerce sous le nom de « plumes de Vautour ». En 1863, il en fut expédié, de Buenos-Ayres, 153330, de la valeur de 34498 livres sterling. Voici le Tableau des quantités de plumes de Nandou chargées à Buenos-Ayres, de 1871 à 1874 :

	Kilos de $2\frac{1}{2}$ lbs.
1871	31177
1872	73132
1873	69202
1874	59454

La plupart de ces envois vont en France, mais l'Angleterre en reçut pour la valeur de £ 8422 en 1875, £ 10735 en 1876 et £ 4520 en 1877. Actuellement, l'Angleterre ne reçoit guère que la moitié de ce qu'elle recevait alors.

Les plumes du Nandou mâle sont vendues plus cher que celles de la femelle.

Les plumes de la queue de l'Aigle doré (*Aquila canadensis*) sont employées par les Indiens de l'Amérique du Nord pour orner leurs coiffures.

Le Jaune-Voltigeur (*Colaptes auratus*) et autres oiseaux coquettement vêtus fournissent un plumage servant à orner les robes. Les plumes de l'Emeu d'Australie sont de teinte brune, jolies, mais cassantes. Néanmoins, celles qui se trouvent près de la queue sont longues et gracieuses. On les teint de diverses nuances, et, à présent, on les utilise beaucoup pour l'ornement de la toilette. De Victoria, en 1883, on expédia, principalement en Angleterre, pour la valeur de 3187 livres sterling.

La quantité des plumes récoltées dans l'Uruguay, en 1875, fut de 92400 lbs., mais en 1877 elle tomba à 44000 lbs., estimées d'une valeur de £ 20000.

Plusieurs motifs sont la cause de cette décadence : d'abord, la chasse à outrance, non seulement des oiseaux, mais aussi de leurs œufs et des jeunes; ensuite l'extension de l'élevage du bétail; enfin, un décret du gouvernement en 1877, défendant la chasse de ces oiseaux sous des peines sévères, et

offrant une prime à la première personne qui produira un certain nombre de ces Autruches élevées en domesticité. Ce décret a eu pour effet de réduire le produit des chasses des deux tiers.

Beaucoup de fermiers ont, depuis quelque temps, entrepris l'élevage de ces animaux et tentent de les domestiquer dans l'espoir d'en obtenir les plumes à époques fixes. Il y a lieu de croire que bientôt on obtiendra ainsi un produit plus considérable et de meilleure qualité, les plumes arrachées à la main étant réputées plus fines et plus duveteuses.

Les belles plumes, en paquets, préparées pour les marchés européens, sont vendues environ 12 shillings la livre. La plupart sont expédiées pour le Havre, quelques-unes vont directement à New-York.

Cayenne reçoit pour une valeur de £ 500 plumes et d'oiseaux en peaux, comprenant diverses espèces, telles que les Hérons, les *Rapapa* ou *Dindons sultans*, et une foule de Colibris au brillant plumage. De l'Amérique du Sud également viennent les Cardinaux rouges et plusieurs autres espèces propres à être employées pour la toilette.

C'est avec les plumes du *Trognon splendens* et autres Trognons que les mosaïques mexicaines ont été faites. L'une d'elles, la plus délicate et la mieux exécutée, contenant plusieurs figures, est exposée maintenant au musée Ashmolean, à Oxford, et l'on affirme qu'elle est faite de plumes d'Oiseaux-Mouches. Le sujet représente « le Christ succombant sous la croix ». Toute la mosaïque est de la grandeur de la paume de la main, et les figures ont un demi-pouce (anglais) de long.

Les faits cités ci-dessus suffiront à donner une idée de l'importance du commerce des plumes et des peaux d'oiseaux employées principalement pour l'ornement de la toilette.

(*Journal of the Society of arts*).

Nouvelles pièces placées dans la galerie de Paléontologie du Muséum;

Par M. Albert GAUDRY.

Comme presque tous les menbres de l'Académie sont venus, au Muséum, visiter la nouvelle galerie de Paléontologie et ont paru s'y intéresser, je crois pouvoir leur annoncer que notre collection vient de s'enrichir d'une pièce importante. Grâce aux fonds légués par un de nos anciens Confrères, M. Serres, nous avons acquis un squelette entier d'un Edenté fossile, le *Scelidotherium leptocephalum*. Ce squelette a été habilement monté par M. Emile Deyrolle; il a été trouvé dans le limon

des Pampas, très près de Buenos-Ayres, sur les bords du Rio de la Plata, entre les endroits nommés Recoleta et Palermo. Le *Scelidotherium* paraît avoir été le contemporain du *Megatherium* et du *Glyptodon*. Bien que notre nouveau squelette soit notablement plus fort que celui des Edentés actuels, il ne paraît pas très grand à côté des gigantesques fossiles réunis dans la galerie de Paléontologie, mais il est intéressant par ce qu'il présente plusieurs particularités différentes de celles qu'on observe dans le *Megatherium;* ceci ressortira d'une Note que je présente à l'Académie au nom du savant aide-naturaliste de la Paléontologie, M. le Dr Fischer.

Ceux de nos Confrères qui voudront bien revenir visiter notre nouvelle galerie y verront, outre le *Scelidotherium*, plusieurs autres pièces que nous y avons ajoutées, notamment un squelette de *Mystriosaurus* d'une remarquable conservation. Ils pourront aussi étudier dans notre laboratoire les moulages de quelques fossiles étranges, qui viennent d'être montés : le *Megalania* de la Nouvelle-Zélande, l'*Elasmotherium* de Russie et les *Dinoceras* des Montagnes Rocheuses, dont j'ai entretenu dernièrement l'Académie.

Le chemin de fer funiculaire de Territet à Glion.

Après le chemin de fer du Vésuve, la voie ferrée la plus inclinée qui existe est le chemin qui fonctionne depuis le 19 août 1883 entre Territet et Glion, près du village de Montreux. Cette entreprise est due à l'initiative de M. l'ingénieur Riggenbach. Il proposa d'appliquer à cette petite ligne le système de traction automatique par contrepoids d'eau qu'il avait expérimenté avec succès au Giessbach.

La colline de Glion domine de plus de 300^m le bassin du Léman; c'est un des points de vue les plus renommés du pays et un charmant lieu de séjour intermédiaire entre la plaine et la montagne. On y a construit depuis une vingtaine d'années de nombreux hôtels, mais il fallait près d'une heure pour y parvenir en voiture. Aujourd'hui on s'y rend en sept ou huit minutes par le chemin de fer.

Il n'y a pas de station intermédiaire. La station inférieure, à Territet, est aussi une halte pour les trains de la compagnie de la Suisse occidentale; elle est à peu de distance d'un embarcadère de bateaux à vapeur.

L'axe du tracé est rectiligne en plan. A droite et à gauche de l'axe sont deux voies parallèles ayant 1^m de largeur, séparées l'une de l'autre par une entrevoie de $0^m,138$. Au milieu du tracé se trouve le croisement de $26^m,10$ de longueur. En ce point les axes des voies sont distantes de $2^m,758$. Cette dis-

position est moins économique que celle du Giessbach, mais elle présente plus de sécurité. Elle n'exige ni croisement ni aiguillage et le câble ne traverse aucun rail.

La longueur de la voie, mesurée sur les rails, est de 674^m et la hauteur franchie est de 302^m. La pente minimum est de 30 pour 100 sur 91^m de longueur et la pente maximum de 57 pour 100 sur 345^m de longueur.

Au sommet du plan incliné est placée une poulie de $3^m,370$ de diamètre sur laquelle s'enroule le câble. Celui-ci est attaché par ses extrémités à deux wagons, dont l'un bute contre le heurtoir d'amont, lorsque l'autre touche le heurtoir d'aval. Chacun de ces wagons est muni d'une caisse à eau qu'on vide à la station inférieure.

Pour produire le mouvement, on introduit de l'eau dans la caisse du wagon supérieur, de manière à lui donner non seulement un poids égal au wagon inférieur, mais encore à lui fournir le supplément de force de traction nécessaire pour vaincre les frottements de toutes les parties roulantes.

La voie est construite sur gradins en maçonnerie; des selles en fonte sont solidement fixées sur ces gradins et servent de point d'appui aux traverses qui supportent les rails. Au milieu de chaque voie est une crémaillère du système Riggenbach.

Le câble qui tire les wagons est formé de 7 torons de 19 fils d'acier tordus autour d'une âme en chanvre; il est recouvert d'un enduit composé de goudron de Norvège, de colophane et d'huile, en proportions variables suivant la température; il n'a pas encore été renouvelé et est toujours en bon état, bien qu'au 1er juillet il ait déjà remorqué 12300 trains.

Le matériel roulant est réduit à deux wagons munis d'une caisse en tôle destinée à recevoir l'eau qui produit le mouvement du système. Les voitures sont divisées en trois compartiments ouverts disposés en gradin; chaque compartiment présente deux banquettes de quatre places. Il y a donc vingt-quatre places par voiture, non compris l'espace réservé aux conducteurs et aux bagages. Le tout est couvert par une légère toiture. L'ensemble du wagon présente un aspect original et très bien approprié à son genre de service. La voiture a deux essieux qui servent aussi d'arbres pour les roues dentées des freins; elle pèse 7 tonnes à vide et 14 tonnes lorsque la caisse est complètement remplie d'eau. Ce wagon devant circuler sur des pentes variant de 30 à 57 pour 100, on l'a établi en vue d'une pente intermédiaire de 45 pour 100. C'est à peine si les voyageurs remarquent une variation dans leur position. Les trois compartiments s'ouvrent sur les quais, qui ont toute l'apparence d'un escalier. Chaque voiture est munie de deux freins à main, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, et d'un frein automatique destiné à produire l'arrêt presque instantané de

la voiture chargée, dans le cas où le câble viendrait à se rompre.

La voie, avec ses galets et crémaillères, le câble, les wagons et la grande poulie ont été étudiés et fournis par M. l'ingénieur Riggenbach.

La construction de la ligne a commencé en avril 1882 et s'est terminée en août 1883. Les frais de premier établissement se sont élevés à 450 367^{fr}, dont 83 204^{fr} pour l'achat des terrains.

La ligne est exploitée toute l'année. La durée du trajet est de sept à huit minutes, soit une vitesse d'environ 1^{m},60 par seconde. Le remplissage de la caisse à eau exige trois ou quatre minutes, selon le volume d'eau à fournir et la pression du réservoir. On peut faire cinq trains par heure et transporter ainsi 120 personnes.

Le nombre des voyageurs a été de 79 887 en 1884 et la recette brute de 65 424^{fr}. Le revenu net, tous frais déduits, a été de 36 235^{fr} et a permis de servir un dividende de 6 pour 100 aux actionnaires.

Les tarifs de transports sont les suivants :

	fr
Course simple de Territet à Glion...........	1,00
Course simple de Glion à Territet...........	0,75
Aller et retour...........................	1,50

Depuis deux ans que cette ligne à pente vertigineuse est livrée à l'exploitation, il ne s'y est produit aucun accident.

Progrès de la colonisation russe dans l'Asie centrale.

Depuis leur entrée dans le Turkestan, c'est-à-dire depuis 1851-1854, les Russes ne cessent pas de coloniser ce pays. Partout où ils trouvent une oasis propre à la culture, ils s'empressent d'y fonder un village ou même une ville. Comme les terres cultivables ne se trouvent dans l'Asie centrale qu'au pied des montagnes, il en résulte que les colonies russes sont rangées le long de grandes chaînes. Le gouvernement favorise cette colonisation en cédant aux colons des terres disponibles convenables, sans aucun payement, mais à condition que le sol soit immédiatement cultivé. Après dix ans de culture, le colon devient propriétaire de son champ et de son jardin; mais s'il les quitte avant ce terme, la terre revient à l'État qui peut la céder immédiatement à un autre colon, d'origine russe. On a établi de nombreuses colonies non seulement dans les steppes des Kirghizes nomades, qui ne s'occupent pas d'agriculture, mais aussi dans la partie du pays habitée par les Tadjiks et les Ouzbegs, sédentaires et civilisés depuis des siècles.

C'est ainsi que, dans la province de Syr-Daria, on trouve ac-

tuellement une série de colonies qui donnent une base solide à la puissance russe dans ce pays. La plus grande est naturellement celle de Tachkend, où « la ville russe » contient plus de 12000 habitants. Mais ce ne sont que des marchands, des fonctionnaires du gouvernement et leurs domestiques qui l'habitent. Pour les agriculteurs on a fondé, tout près de Tachkend, un village, Nikolaewka, sur le champ de bataille où Tchnernaïeff a vaincu en 1865.

Plus de 3000 hectares de terre fertile, mais couverte de broussailles avant l'arrivée des Russes, ont été transformés en plantations florissantes qui appartiennent à 300 familles de paysans russes.

Une commission administrative, chargée de la recherche des terres propres à la culture et non occupées par les indigènes, en a trouvé dans la province de Syr-Daria plus de 130000 hectares, et a décidé d'y installer 6500 familles. Les colons n'ont pas manqué d'arriver en nombre considérable, et ils ont fondé, outre Nikolaewka, 7 autres colonies plus ou moins prospères; ce sont : 1° Sary-Comar, fondée en 1875 (30 familles avec 2300 hectares); 2° Tchaldavar (40 familles, 1200 hectares); Aktchi, fondé en 1878 (50 familles, 1200 hectares); 4° Pokrovsk, fondé en 1881 (55 familles, 1500 hectares); 5° 4 hameaux de de Memmonites fondés aussi en 1881 (95 familles, 2000 hectares); 6° et 7°, deux villages de Doungans (120 familles, 1000 hectares). Ces derniers colons, d'origine chinoise, ont quitté les environs de Kouldja, en 1882, pour ne pas se soumettre à la domination des mandarins chinois.

Dans la province de Sept-Rivières (Sémiretché), où la colonisation russe date de 1854, le nombre de villes et villages russes est beaucoup plus considérable, et le total des colons dépasse 30000 individus, qui jouissent dans leur nouveau séjour d'une certaine aisance. Il y a parmi eux quelques milliers de Cosaques.

Dans la vallée de Zérafchan, où la population indigène est très dense, la colonisation russe est à peu près impossible; pourtant, à Samarkand même il y a plus de 2000 colons qui forment la population stable du quartier européen de cette ville célèbre. Il y a aussi plusieurs milliers de population flottante : soldats, fonctionnaires, agents de commerce, etc.

Dans le delta de l'Oxus on a établi quelques colonies de Cosaques de l'Oural exilés à la suite d'une révolte, et qui s'occupent maintenant de pêche et de jardinage.

Enfin, dans les déserts transcaspiens on trouve une importante colonie russe à Askhabad, et plusieurs autres secondaires : à Mikhailovsk, à Kizyl-Arvat, à Merv, etc. On rencontre dans ces localités beaucoup d'Arméniens, de marchands

de Moscou et d'autres commerçants; mais, vu l'espace restreint des terres cultivables, cette colonisation ne sera jamais bien vaste.

Régime général du temps en Europe pendant le mois d'octobre 1885.

Observations faites au Bureau central, par M. Fron.

Le mois d'octobre 1885 est relativement froid, pluvieux, humide, avec une pression inférieure à la normale.

A Paris (Saint-Maur), le baromètre est d'abord assez élevé, excepté le 7; il s'abaisse brusquement le 8 dans la soirée et passe le 10 par un minimum absolu de $736^{mm},0$; il reste ensuite bas jusqu'au 13. A partir du 14, il est élevé et atteint, le 17, le maximum absolu du mois 768^{mm}. Du 22 au 31, il reste constamment au-dessous de 760^{mm} (sauf le 30). Il y a donc deux phases de hautes et deux phases de basses pressions; ces dernières l'emportent, car la moyenne du mois ($756^{o},9$) est inférieure de $4^{mm},6$ à la normale.

Le froid domine tous les jours, sauf le 27. Le minimum absolu a lieu le 15, il est de $0^{o},0$, le maximum ($16^{o},7$) est atteint le 16 et le 10.

L'humidité est grande, la pluie tombée, $105^{o},5$, répartie en 23 jours, est supérieure de 53^{mm} à la normale. Ces pluies ont été générales; on a recueilli, en effet, 132^{mm} à Nantes, 143 à Lyon, 242 à Saint-Martin-de-Hinx et 275, surtout de neige, au Pic-du-Midi.

Quatre périodes sont à distinguer pendant ce mois. La première, de vents d'ouest, dure du 1er au 8; elle est suivie d'une phase de vents du nord du 9 au 13; puis, après deux jours de vents du sud, vient une période de vents d'entre le nord et l'est jusqu'au 21. Enfin, les vents d'entre sud-ouest et nord-ouest dominent du 23 jusqu'à la fin du mois.

Première période (du 1er au 8 octobre). — *Vent d'ouest sauf le 7. Temps couvert, pluvieux dans le nord.* — Les fortes pressions dominent sur le sud-ouest et le sud de l'Europe, tandis que les basses pressions occupent les Iles Britanniques, la mer du Nord, la Scandinavie et tendent à gagner l'Italie et la Méditerranée. Plusieurs bourrasques importantes passent dans les parages des Iles Britanniques qu'elles traversent de l'ouest à l'est. La première se trouve le 1er au sud des Féroë et se dirige vers le nord de la Norvège. Des dépressions peu importantes apparaissent dans l'est et le sud. Mais, le 5 au matin, une nouvelle et forte bourrasque venue de l'ouest atteint les Shetland; elle séjourne dans le nord de la mer du Nord jusqu'au 7, puis se dirige vers la Baltique. Elle y est rejointe par

une dépression satellite qui est peu marquée le 6 dans la journée, mais acquiert le 7 une grande énergie dans les parages du Danemark. Le temps est très mauvais et les pluies sont générales sur les Iles Britanniques et dans tout le nord de la France. La température est constamment basse.

Deuxième période (du 9 au 13). — *Vent de nord-ouest à nord. Temps pluvieux et froid.* — Les basses pressions situées d'abord sur la mer du Nord s'abaissent vers le Danemark, puis couvrent toute l'Europe centrale en s'étendant vers le nord et le sud. La France, située à l'ouest de cette vaste zone, est soumise à un régime de vents du nord, analogues à ceux de mars, avec giboulées, coup de vent et orages vers le littoral océanien. Le 6, un premier minimum traverse le nord de l'Écosse; il prend une grande importance sur la mer du Nord, et se trouve le 10 au sud de la Norvège. A cette date, un minimum secondaire, venu de l'ouest, se trouve vers la Manche où il s'est creusé rapidement. Le baromètre marque 735^{mm}, le 10 au matin, près du Havre, et une violente tempête du nord commence sur nos côtes de l'Océan et de la Manche, puis le lendemain sur la Méditerranée. Ces mauvais temps persistent en s'affaiblissant jusqu'au 13, tandis que plusieurs dépressions secondaires se montrent le 11 dans l'est de la France, en Prusse, au nord de l'Italie, le 12 en Hongrie, le 13 vers Marseille.

Troisième période (du 14 au 21). — *Vent d'entre nord et est assez fort. Temps pluvieux et froid.* — Le 14, une nouvelle dépression, venue de l'est, apparaît sur la Manche, où elle amène mer grosse au Pas-de-Calais. Le même jour un ouragan violent sévit en Sicile; il est causé par une bourrasque, venue d'Afrique, qui se trouve le 15 au matin vers la Corse et le 15 au soir près de Toulouse. Celle-ci semble se continuer par la bourrasque, située le 16 au matin et le soir à l'ouest de la Bretagne et qui disparaît sur les Iles Britanniques le 17. Le 19, la dépression peu importante passe de la Gascogne au golfe de Gênes; elle amène des pluies fortes et des orages dans le midi.

Quatrième période (du 22 au 31). — *Vent d'entre sud-ouest et nord-ouest. Pluies abondantes, torrentielles le* 25 *et le* 26 *dans sud-est.* — A partir du 21, les basses pressions apparaissent de nouveau dans les parages des Iles Britanniques. Une dépression peu importante se dirige du 21 au 22 vers Cherbourg.

Une seconde, dont le centre est le 23 vers Brest, se dirige vers Londres, puis vers Stockholm. Au moment où elle passe à Londres (le 24), son action s'étend au sud jusque vers Perpignan où se forme un mouvement secondaire. Ce dernier est très net le 25 près de Gênes. Il a amené un coup de vent de sud-est vers Cette, et une pluie torrentielle le 24 et le 25 à

Nice, où il tombe en trente heures une quantité supérieure à 100mm. Aussi, tous les torrents des Alpes-Maritimes, grossis subitement, ont entraîné dans leurs eaux jaunâtres des épaves de toutes sortes. Cette pluie, jointe à celle qui était tombée déjà du 8 au 19 octobre, met fin à la sécheresse désastreuse qui régnait dans le sud-est de la France, et en somme est bienfaisante.

Le 26, une baisse de 15mm a lieu en Écosse et annonce l'arrivée de la bourrasque de troisième ordre (732mm), qui se dirige vers l'est, passe à Christiania le 27, à Wisby le 28 et vient mourir le 29 vers Pétersbourg, et le 30 vers Moscou. Elle conserve, du 26 au 28, une énergie comparable à celle des premières bourrasques du mois, et cause des gros temps d'abord sur la Bretagne et la Manche, puis sur toutes les côtes de Prusse et sur la Baltique. A Paris, le baromètre passe par un minimum le 27, seul jour où la température égale la moyenne. A cette bourrasque du 26 s'en superpose une autre également de troisième ordre qui passe également le 27 aux Shetland (730mm). Celle-ci se dirige d'abord vers le sud-est, puis vers le sud, en diminuant d'intensité. Elle est le 29 à l'ouest du Danemark.

Enfin, le 30, une dernière bourrasque se montre encore au nord de l'Écosse, puis se dirige aussi vers le sud-est. Elle passe, le 31 au matin, vers Liverpool, et dans la soirée se trouve vers le Pas-de-Calais. Son action et celle de la précédente causent des vents très forts du nord sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée.

En résumé, le mois d'octobre a été constamment froid sauf le 27. Les pluies qui, en septembre, avaient mis fin à la sécheresse de l'année, ont été incessantes et ont gêné beaucoup aussi bien les semailles que les dernières récoltes à exécuter. Dans l'est de la France, les neiges qui étaient apparues à la fin de septembre ont continué dans les régions élevées, et leur limite s'est abaissée de plus en plus. Il en est de même dans les montagnes du centre et du sud-est. A l'ouest, de nombreux orages ont éclaté près des côtes. Au sud-ouest, à Perpignan, une forte tramontana a amené un grand refroidissement du 6 au 17. Enfin, au Pic-du-Midi, les tempêtes ont fait rage, et ce mois, qui d'habitude est un des plus beaux de l'hiver, devra compter, d'après M. Vaussenat, pour un des plus mauvais qu'on ait subis dans les Pyrénées depuis 27 ans.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11382 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

31 JANVIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 305.

CONFÉRENCE DU 6 FÉVRIER

à 8h30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. **Fouqué**, membre de l'Institut, professeur au Collège de France : *Les tremblements de terre en Andalousie.*

PRÉSIDENT : M. **Faye**, Membre de l'Institut, vice-président de l'Association scientifique de France.

Note sur la constitution des taches solaires et sur la Photographie envisagée comme instrument de découvertes en Astronomie;

Par M. JANSSEN.

En présentant à l'Académie des Sciences, dans la séance du 11 janvier 1885, une image photographique de la grande tache qui était visible sur le Soleil le 22 juin 1885, M. Janssen s'est exprimé en ses termes :

« Cette tache, qui mesure près de 2′ pour le noyau principal, est une des plus grandes qui aient été observées ; mais, pour nous, le principal intérêt de cette photographie réside dans un fait de structure qu'elle révèle avec une très grande netteté.

On sait que la région lumineuse qui entoure la pénombre des taches apparaît, dans les lunettes, comme un amas de matière plus brillante. Or la photographie que nous mettons sous les yeux de l'Académie donne une précieuse analyse du phénomène et montre que ces amas n'ont pas une constitution différente de celle de la photosphère en général et qu'ils sont formés, comme celle-ci, par des éléments granulaires dont la sphère paraît être la forme normale. L'augmentation si sensible d'éclat que présentent ces plaques qui entourent les pé-

nombres, la Photographie l'explique en montrant que, dans ces régions, les éléments granulaires sont plus serrés, possèdent plus d'éclat et que le fond lui-même est plus lumineux.

Là ne s'arrêtent pas les indications de notre image photographique. On voit, en effet, que les stries des pénombres sont constituées elles-mêmes par une granulation disposée en chapelets. Mais, tandis que sur les bords de la pénombre la granulation est très brillante et très serrée, dans la pénombre même cette granulation est moins lumineuse, plus rare, laissant des vides obscurs entre les files de grains. On remarque que les grains deviennent moins lumineux et moins gros, en général, vers le noyau où ils paraissent se dissoudre.

La tache en question présente deux *ponts* très remarquables et un amas isolé et très brillant de matière qui les réunit. Or la Photographie nous montre que cet amas et les ponts qui s'y rattachent sont formés d'éléments granulaires semblables à tout le reste.

Nous possédons déjà plusieurs photographies, dans les dernières obtenues et les plus parfaites, qui révèlent des faits semblables touchant les stries, les pénombres et leurs bords. Il est donc infiniment probable que ces faits ont un grand caractère de généralité. Cependant je ne voudrais rien affirmer à cet égard avant que des observations plus nombreuses soient venues en donner la démonstration.

Le Soleil a été étudié depuis si longtemps et par des observateurs si habiles qu'on a dû sans doute entrevoir ces faits quand des circonstances atmosphériques très favorables s'y prêtaient, mais la Photographie seule pouvait les révéler avec certitude.

Il est très important de savoir que la matière lumineuse qui forme la surface solaire a partout la même constitution. Il y aura, relativement à la Mécanique solaire, des conséquences à tirer de ces faits, mais pour le moment je désire seulement attirer l'attention de l'Académie sur le fait photographique, très important à mes yeux, qui nous révèle ces phénomènes.

Il faut bien remarquer, en effet, que l'image fixée sur la plaque photographique a été formée avec des rayons violets de la région G. Ces rayons impressionnent faiblement la rétine. Dans les lunettes astronomiques qui sont achromatisées pour des rayons beaucoup moins réfrangibles, l'image des rayons violets est non seulement très peu visible, mais encore elle n'aurait aucune netteté. On voit donc que l'image photographique des phénomènes dont nous venons de parler serait d'une vision à peu près impossible dans les lunettes, et, quant aux détails délicats de structure qui font tout l'intérêt de ces phénomènes, ils seraient absolument invisibles.

C'est là un fait de la plus haute importance, puisqu'il montre que des objets célestes qui, à raison de la nature de leur radia-

tion très réfrangible, échapperaient à notre investigation par les lunettes, peuvent être révélés par la Photographie.

Nos photographies solaires nous offrent des exemples nombreux du fait que j'avance ici, et c'est même par elles que mon attention a été d'abord attirée sur ce point, mais j'ai eu ensuite l'occasion de le vérifier avec les photographies d'étoiles. Ainsi, par exemple, en 1881 et 1882, une photographie de la constellation d'Orion notamment m'a montré que des étoiles, à peine visibles dans mon télescope de $0^m,50$ d'ouverture, venaient très accusées sur la plaque photographique.

C'est que le rayonnement de ces étoiles était beaucoup plus riche en rayons photographiques qu'en rayons oculaires.

Dans une Note présentée à l'Académie le 31 décembre 1877, dans la Notice insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1879 et dans le Discours d'ouverture du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences tenu à la Rochelle en 1882, je disais que la Photographie n'offrait pas seulement, comme on le croyait généralement, le moyen de fixer les images lumineuses, mais qu'elle constituait une méthode de découvertes dans les Sciences, et spécialement en Astronomie. J'ajoutais que la couche sensible de la plaque photographique, en raison de cette admirable propriété de nous donner la fixation des images, de les former avec un ensemble de rayons beaucoup plus étendu que ceux qui affectent notre rétine, et enfin de permettre l'accumulation des actions radiantes pendant un temps, pour ainsi dire, illimité; que cette couche sensible, disais-je, devait être considérée comme la véritable rétine du savant.

Je termine donc en exprimant le vœu que cette belle méthode photographique soit pratiquée de plus en plus par ceux qui se vouent aux progrès de l'Astronomie physique; il y a là une si grande moisson à faire que nous n'aurons jamais trop d'ouvriers. Cette carrière leur promet de beaux travaux et d'importantes découvertes (1).

Relations réciproques des grands agents de la nature (2).

On a affirmé si souvent et de tant de manières la transmutabilité réciproque de toutes les formes de manifestation de l'énergie, et le fait que tous les changements qui ont lieu dans

(1) Le beau résultat que MM. Henry viennent d'obtenir en constatant par la Photographie l'existence d'une nébuleuse dans les Pléiades prouve l'exactitude de ces idées, idées que j'émettais déjà en 1877.

(2) Extrait de *Gaea, Natur und Leben,* Revue scientifique publiée à Cologne, sous la direction de M. H.-J. Klein, astronome, XXIIe année, 1er fascicule.

l'Univers résultent d'un échange perpétuel entre les modes d'apparition de cette provision d'énergie, qu'il serait impossible aujourd'hui d'apprendre à quelqu'un quoi que ce soit de nouveau à ce sujet. M. G.-A. Hirn s'exprime en ces termes d'une manière très frappante : « Nous entendons dire à tout propos que la chaleur peut se transformer en électricité, l'électricité en chaleur. Quand une de nos machines à vapeur soulève un fardeau à une certaine hauteur, peu s'en faut qu'on ne dise que la chaleur se transforme en gravitation.... » On ne reconnaît pas assez combien de pareilles assertions sortent du domaine des faits démontrés et sont peu justifiables. C'est donc un événement important quand un homme comme M. Clausius vient enfin combattre de telles conclusions; et c'est ce qu'il a fait dans son discours de réception au rectorat de l'Université rhénane de Frédéric-Guillaume le 18 octobre 1884. Il est étrange que cette proclamation ait passé presque inaperçue. On se l'explique en partie en remarquant que M. le professeur Clausius a présenté ses conclusions de telle façon qu'elles ne semblent pas neuves, et que, loin de là, ce sont les idées contraires qui paraissent s'être produites isolément, comme par suite de malentendus. Ceci toutefois est positivement inexact, car ce ne sont pas quelques personnes isolées, c'est presque tout le monde savant qui admet que l'électricité peut se transformer en chaleur et réciproquement. L'exposé seul de M. Clausius a présenté l'interprétation correcte des phénomènes, et la date officielle en est le 18 octobre 1884.

Le discours de M. Clausius est un exposé populaire concis; nous en présentons ici la partie la plus importante. M. Clausius rappelle d'abord comment, à une époque antérieure, les divers agents par lesquels se manifestent les phénomènes de la Nature, et parmi lesquels on doit citer surtout la chaleur, la lumière, le magnétisme et l'électricité, étaient considérés individuellement et comme des êtres distincts. « On étudiait le mode d'action d'un agent et, sans s'occuper d'ailleurs des autres agents, on cherchait alors par des suppositions appropriées comment ce mode répondait aux conceptions de l'époque. Plus tard on constata d'une manière de plus en plus évidente qu'il existe des analogies dans les manifestations des divers agents, qui ne peuvent point être rapportées au hasard, qu'ils exerçaient des influences réciproques les uns sur les autres et que même, sous l'action de l'un d'eux, peut se produire la manifestation d'un autre. On dut conclure de là que les agents ne sont point indépendants entre eux, mais qu'ils se trouvent, au contraire, d'une façon ou d'une autre, mis en rapport; et notre esprit d'investigation eut alors pour problème de chercher en quoi consistent ces rapports,

de quelle façon la diversité des phénomènes peut être ramenée à des causes de plus en plus simples.... Pour expliquer les divers agents dont chacun a un mode particulier d'influence et de manifestation, on recourut alors au moyen le plus à portée : on admit qu'ils relèvent de la présence de certaines substances particulières. De la sorte on admit l'existence de substances capables de se manifester l'une comme lumière, l'autre comme chaleur, deux autres comme électricité ou, comme on avait l'habitude de le dire, deux fluides électriques et, de même, deux fluides magnétiques. A chacune de ces substances on pouvait attribuer des propriétés convenables et chercher ainsi à rendre compte du mode d'action de chaque agent; on arriva par là à une interprétation qui satisfit du moins aux premières exigences quant à l'essence de ces agents et quant aux manifestations auxquelles ils donnent lieu dans la nature. »

La lumière était considérée comme une matière projetée par les corps lumineux; la théorie des ondulations fondée ensuite par Huygens triompha, la matière lumineuse émise fut rejetée et remplacée par une autre substance, l'éther, qui devint le milieu où se propagent les ondes lumineuses. Il en fut de même pour la chaleur; les recherches expérimentales conduisirent finalement à cette conclusion nécessaire : que la chaleur consiste en un mouvement quelconque. Le problème que s'étaient posé les physiciens d'expliquer par les mouvements des atomes pondérables les actions diverses exercées par le calorique sur les corps a donné naissance à la Théorie mécanique de la chaleur.

« Le résultat auquel nous arrivons enfin, dit M. Clausius, s'exprime comme il suit : la lumière n'est nullement à considérer comme un agent particulier, mais elle est complètement identique avec la chaleur rayonnante dont elle n'est qu'une forme particulière. Les vibrations produites par les vibrations des atomes du corps, et se propageant par ondes, qui constituent précisément la chaleur rayonnante, exercent entre autres une action sur notre œil, car une partie de ces vibrations possède la propriété d'évoquer dans l'œil une impression sur laquelle repose la vue. Dans une considération spéciale de cette action extrêmement importante pour nous, ainsi que dans la considération des quelques actions chimiques, nous désignons la chaleur rayonnante par le mot *lumière*. Par conséquent, des deux agents regardés primitivement comme distincts, lumière et chaleur, il ne reste qu'un seul, lequel comprend les deux, à savoir : la chaleur. »

Il en fut presque de même des rapports entre l'électricité et le magnétisme. Ampère montra qu'un courant électrique cir-

culaire se comporte, à titre de force, exactement comme un aimant relativement à d'autres courants circulaires ou à des aimants.

« D'autre part, comme on a reconnu que toutes les propriétés de l'acier et du fer s'expliquent en considérant chaque atome de fer comme un petit aimant, il restait à expliquer le magnétisme de chaque atome en particulier; Ampère, en partant de sa proposition, a pu donner cette explication en admettant que chaque atome de fer est entouré d'un courant électrique circulaire. Il est clair que ces courants doivent exercer et subir en même temps certaines forces électrodynamiques, et ce sont ces forces qui constituent le magnétisme.

» Grâce à cette explication, qui doit être considérée comme une des plus grandes conquêtes de la Physique, le rapport longtemps cherché entre le magnétisme et l'électricité a été trouvé, et les deux agents ont été réduits à un seul, l'électricité. D'après cela, les forces magnétiques ne présentent qu'un cas spécial des forces électrodynamiques, et le mot *magnétisme* ne désigne plus un agent distinct : il ne sert qu'à indiquer une conception électrodynamique.

» Ce résultat, combiné à celui acquis pour la lumière, a réduit les quatre agents admis primitivement : lumière, chaleur, magnétisme et électricité, au nombre de deux, la chaleur et l'électricité. »

Quant aux relations réciproques de ces deux agents, il ne reste plus à poser que cette question importante : sont-ils indépendants l'un de l'autre, ou existe-t-il entre eux une connexion intime? L'interprétation généralement admise qui consiste à considérer la lumière, la chaleur, le magnétisme et l'électricité comme de même nature et comme n'étant que les diverses formes de manifestation d'un même agent, cette interprétation, disons-nous, ne repose, comme le montre M. Clausius, que sur une fausse conception des phénomènes. « En réalité, personne n'a encore transformé l'électricité en chaleur, ni la chaleur en électricité. Le courant électrique consiste en un mouvement continu de l'électricité, mouvement qui est provoqué et entretenu par n'importe quelle force étrangère. Si, à présent, il y a production de chaleur par le courant électrique, ceci vient de ce que, par le mouvement de l'électricité, les atomes du corps dans lequel circule l'électricité sont mis en mouvement, et ce mouvement moléculaire ainsi produit n'est autre chose que la chaleur. Ce n'était donc pas l'électricité elle-même, mais seulement son mouvement qui s'est transformé en chaleur. De la même manière, lorsqu'un courant électrique est produit par la chaleur, ce n'est pas la formation de l'électricité qui a lieu, mais

seulement la mise en mouvement de l'électricité contenue dans les conducteurs; et de cette manière la chaleur se transforme en mouvement d'électricité.

» On peut donc caractériser ces phénomènes en disant que pendant leur durée il y a passage d'une espèce de mouvement dans une autre, à savoir, du mouvement électrique en mouvement moléculaire et réciproquement. »

De ces phénomènes il n'y a à tirer absolument aucune conclusion quant à l'essence de l'électricité; mais d'importantes recherches de MM. Guillaume Weber et Kohlrausch nous ouvrent en ce sens un horizon nouveau. Ainsi qu'on le sait, l'électricité se manifeste sous la forme de deux forces : l'électricité statique et l'électricité dynamique. A l'état de repos deux particules électriques de même espèce se repoussent; elles s'attirent au contraire lorsqu'elles se meuvent parallèlement dans la même direction, et d'autant plus que leur mouvement est plus rapide. On peut donc se demander quelle est la vitesse nécessaire pour que la puissance répulsive devienne égale à la puissance attractive. Les recherches de MM. Weber et Kohlrausch montrent que cette vitesse est précisément celle des rayons lumineux dans les espaces célestes. Une telle coïncidence, si elle se vérifie, ne saurait être l'effet du hasard, et cela d'autant moins qu'il existe aussi une concordance remarquable entre les diminutions de la vitesse de propagation de la lumière et de l'électricité par les corps diaphanes. « Ces coïncidences, dit M. Clausius, mettent hors de doute que les forces électriques doivent prendre part à la propagation de la lumière, et, ce qui revient au même, de la chaleur rayonnante. Il doit donc exister entre la chaleur et l'électricité un rapport intime; afin de l'obtenir, il ne s'agit plus de spéculations vagues, basées seulement sur des suppositions, mais de recherches qui ont leur raison d'être dans les faits établis. »

On est aussi conduit à l'idée d'une telle connexion, si l'on part des recherches de Maxwell qui, avec le secours seul des forces électriques, a fondé une théorie électromagnétique de la lumière ([1]). Les conclusions finales de toutes ces recher-

---

([1]) Sans recourir à aucune hypothèse physique et en ne s'appuyant que sur les lois données par M. Kirchhoff, quant au mouvement de l'électricité dans les corps d'une conductibilité constante, M. Lorenz avait déjà montré antérieurement la possibilité de courants électriques qui se comportent en tous points comme les ondulations de la lumière, et il avait donné une valeur pour la vitesse de propagation de la lumière qui concorde avec les résultats de l'observation. Le même auteur avait montré que réciproquement on peut tirer des lois connues de la lumière celles

ches sont formulées par M. Clausius sous la forme d'une proposition féconde en conséquences :

« *Si l'on doit expliquer la propagation de la lumière et de la chaleur rayonnante par des forces électriques, on doit se figurer que l'univers est rempli d'électricité; on doit admettre par suite que la substance existant dans tout l'univers et même dans l'intérieur de tous les corps, et qu'on nommait* éther, *n'est autre chose que l'électricité elle-même. Cependant, comment doit-on s'imaginer la manière d'être de cette substance et comment doit-on expliquer les différentes forces exercées par elle et agissant sur elle? Ceci demande encore d'autres recherches.* »

Ainsi, d'après M. Clausius, les Sciences physiques en sont aujourd'hui arrivées à ce point fondamental : que nous ne devons admettre, outre les masses pondérables, qu'une seule substance particulière, l'éther, et que tous les autres phénomènes trouvent leur interprétation à l'aide de mouvements variés.

Aux développements donnés par M. Clausius, M. G.-A. Hirn, le physicien bien connu de Colmar, en a rattaché d'autres plus étendus, que nous allons exposer ici.

M. Hirn rappelle qu'une action à distance ne peut avoir lieu par l'intermédiaire d'un espace absolument vide; il faut donc qu'il existe *quelque chose* de spécifique qui détermine l'attraction ou la répulsion. Ce quelque chose inconnu, il le nomme l'*élément force*, sans lequel aucun phénomène de l'univers n'est explicable. « On objectera sans doute, dit-il (¹), qu'un élément non matériel ne saurait agir sur la matière, que par conséquent il n'existe point de forces attractives ou répulsives, qu'il n'existe que des atomes invisibles en mouvement dont les chocs simulent pour nous l'attraction ou la répulsion des corps. » Les partisans de cette interprétation sont extrêmement nombreux; mais M. Hirn entreprend de démontrer qu'ils se font illusion et qu'ils tournent dans un cercle vicieux, en soutenant que le mouvement ne peut naître que du mouvement et se transmettre directement de matière à matière. A l'aide d'un exemple tout à fait familier, M. Hirn démontre que ceci ne saurait être admis. « Si l'on suspend deux billes de billard à une même hauteur à des fils espacés de façon qu'elles

---

des courants électriques, et il avait conclu que les ondulations lumineuses sont elles-mêmes des courants électriques. Voyez *Gaea,* vol. 4, p. 60.

(¹) Tout ce qui, dans les pages suivantes, concerne M. Hirn, se rapporte à son travail : *La notion de force dans la Science moderne*, paru dans la *Revue scientifique*.

se touchent à peine à leur périphérie, et si l'on soulève l'une d'elles suivant l'arc de cercle que lui fait décrire le fil, pour la laisser retomber, on sait que celle-ci, au moment de la percussion, s'arrête brusquement et que l'autre, recevant presque toute sa vitesse, s'élève pour retomber à son tour, et ainsi de suite. Il semble ici absolument incontestable que le mouvement se transmet directement, de matière à matière, et que l'intervention d'une force proprement dite est complètement inutile. Rien n'est cependant plus faux que cette conclusion. Pour le reconnaître, il suffit d'analyser correctement ce qui se passe réellement pendant le choc. Au lieu de faire frapper notre bille contre une autre, laissons-la tomber verticalement sur un plan horizontal de marbre ou de fer, bien solidement établi. Que se passera-t-il en ce cas? Exactement ce qui a lieu avec les balles de caoutchouc gonflées d'air qui servent aux jeux d'enfants. La bille rebondira et s'élèvera presque à la hauteur dont nous l'avons laissé tomber. Puisque la bille (ou la balle) change complètement de direction, puisqu'elle rebondit, il y a un instant, si court qu'on voudra, pendant lequel elle est au *repos parfait*. Qu'est-ce donc qui fait renaître le mouvement détruit et qu'est-ce qui le détruit d'abord? La Thermodynamique nous apprend qu'au moment où la bille a perdu toute sa vitesse, il s'y est développé une quantité de chaleur exactement proportionnelle à la hauteur de chute; si la bille, au lieu d'être d'ivoire, est de plomb, ou de tout autre corps non élastique, elle ne rebondit pas, et la chaleur développée subsiste; si, au contraire, comme nous l'admettons, elle est élastique, cette chaleur disparaît, quand elle a repris sa vitesse ascendante. Toutefois, si, avec la presque totalité des physiciens actuels, on regarde la chaleur comme un mouvement vibratoire de la matière des corps, ou que, comme je le ferai plus loin, on considère la chaleur elle-même comme une force proprement dite, ce n'est en tous cas nullement la chaleur développée qui peut ici rendre à la bille sa vitesse. Au moment même du contact de la sphère avec le plan, il se produit une *déformation* et une *tension* croissantes, absolument comme dans un ressort que nous faisons fléchir. Il y a ici plus que ressemblance, il y a identité. C'est cette tension croissante qui très rapidement annule le mouvement de translation et qui ensuite le fait renaître en sens opposé.

Je dis qu'il y a plus que ressemblance : en faisant tomber une bille rigide contre un ressort bien disposé, nous verrions celui-ci fléchir d'abord, arrêter le mobile, puis reprendre sa forme initiale en relançant la bille en sens inverse. Aucune vibration atomique, aucun mouvement invisible antérieur n'expliquera jamais cette tension, n'expliquera jamais la cause de l'élasticité de certains corps (disons de tous les corps,

quand il s'agit d'une modification de leur volume spécifique et non pas seulement d'une simple déformation dans un sens unique et déterminé). On a coutume de dire que la flexion d'un ressort y *développe une force*. C'est là une expression vicieuse. La force qui donne l'élasticité est là; c'est elle qui maintient les parties du corps dans leurs positions relatives; si l'on dérange cette position, l'énergie, l'intensité de la force diminue en un sens et s'accroît dans un autre sens, et c'est la différence de ces deux intensités qui se manifeste à nous comme tension du ressort.

» Ce qui se passe dans le choc d'une bille élastique contre un plan rigide se passe identiquement dans le choc de deux billes, dont l'une est au repos. Au moment du contact, et par ce fait même que le mouvement d'une masse matérielle ne peut naître que de ce que nous appelons un *effort*, il se produit une déformation des deux billes à la fois, et il s'établit dans l'une et l'autre une tension croissante qui, étant égale de part et d'autre, donne le mouvement à l'une et le diminue dans l'autre. Cette tension a atteint son maximum quand les vitesses des deux billes sont devenues égales; puis elle diminue à mesure que croît la vitesse de celle qui était au repos, et que diminue la vitesse de celle qui était en mouvement. — Si nos billes étaient non élastiques, si elles étaient de plomb, par exemple, la première, au lieu de s'arrêter, continuerait à se mouvoir avec la même vitesse que l'autre, vitesse qui serait juste la moitié de la vitesse initiale. C'est encore de la déformation, définitive cette fois, des deux billes, et de l'effort nécessaire pour l'opérer, que naîtrait le mouvement de la bille au repos et que diminuerait le mouvement de l'autre bille.

» Dans tout ce qui précède, ce que nous disons est absolument indépendant des dimensions des billes et s'applique à l'atome lui-même tout aussi bien qu'à une collection d'atomes. Si nous admettons qu'un atome en mouvement donne sa vitesse à un autre par contact, il en résulte nécessairement que l'atome est capable de se déformer et qu'il est pourvu intérieurement d'une *puissance* capable de le ramener à sa forme initiale perdue pendant le choc. Mais ce qui est manifeste, c'est que dans cette hypothèse (car ceci n'est plus qu'une hypothèse gratuite) nous ne pouvons plus faire de l'atome un point géométrique, comme on le veut aujourd'hui.

» Contrairement à tout ce que l'on soutient de nos jours, nous sommes obligés de reconnaître que le mouvement ne naît jamais directement du mouvement, et que, quand il est engendré ou détruit dans une masse matérielle, c'est toujours à l'existence d'une puissance dynamique antérieure à tout

mouvement qu'est dû le phénomène. Tout ce que l'on a affirmé et voulu édifier en dehors de cette grande assertion repose sur des illusions de nos sens ou sur des hypothèses gratuites. Je dis : détruit. C'est l'immense conquête accomplie dans la Science moderne, d'avoir constaté que, quand un mouvement est détruit, il est toujours remplacé par *quelque chose* qui le représente intégralement et qui est capable de le faire renaître dans les conditions convenables. Ce quelque chose, indépendamment de toute hypothèse sur sa nature intime, c'est la chaleur, l'électricité.... Nous revenons ainsi pleinement sur le domaine d'où nous étions partis.

» M. Clausius, dans son remarquable exposé, affirme implicitement l'existence de la force telle qu'elle se trouve caractérisée par l'analyse précédente; il admet que les *particules* de l'électricité, soit à l'état de repos, soit à l'état de mouvement, agissent à distance les unes sur les autres et qu'elles sont ainsi, en quelque sorte, le *véhicule* d'une puissance dynamique s'étendant autour d'elles à une distance indéfinie. Cette même manière de voir me semble d'ailleurs ressortir aussi des travaux mathématiques du grand analyste sur l'électricité. La constatation de l'existence de la force est dans le présent un pas immense accompli. N'est-il pas possible de faire, dès aujourd'hui, un pas décisif de plus ? C'est là, comme je l'ai annoncé au début, ce qui ressort certainement de l'ensemble des faits bien discutés.

» Quelle est la nature des *particules* de l'électricité? — Est-il nécessaire de supposer l'électricité formée de *particules* agissant comme supports, comme véhicules d'une force? N'est-il pas permis de dire que l'électricité constitue par elle-même une force proprement dite, en d'autres termes, un élément spécifiquement distinct de la matière, comme l'est la cause de la gravitation, et capable d'agir sur elle à titre de puissance dynamique ?

» Allons pas à pas et cherchons dans la discussion des faits déjà connus une réponse à ces questions.

» On a donné des définitions à perte de vue quant à la matière. La plupart, il faut bien le dire, sont bien plutôt des produits de notre imagination ou des hypothèses que l'expression rationnelle des faits, et c'est ce qui n'a pas peu contribué à obscurcir des discussions que l'on pourrait souvent ramener à la forme la plus élémentaire. — Je n'en citerai qu'une, en passant, et la plus accréditée. On dit que la matière est impénétrable, et on l'a définie *l'impénétrabilité dans l'espace*. Cette définition pourtant suppose *a priori* les corps formés de parties indivisibles et immuables en volume, d'*atomes*, qui alors, en effet, ne peuvent occuper à la fois un même lieu de

l'espace. Si, au contraire, comme on l'a bien souvent avancé, les corps constituent des touts continus divisibles à l'infini, il est bien évident que la matière cesse d'être impénétrable. Tous les corps, en effet, sont compressibles, du moins dans de certaines limites; on peut donc, dans un même espace, introduire plus ou moins de matière. — Bien que la première supposition réponde très probablement à la vérité, il n'en est pas moins certain que, jusqu'ici, elle constitue une hypothèse, et que, par conséquent, elle ne saurait légitimement être prise comme base d'une définition. Restons en dehors des définitions et arrêtons-nous à l'une des qualités les plus saillantes, non de la matière, mais de certains corps.

» Un très grand nombre de corps, soit solides, soit même liquides, sont, non impénétrables, mais *absolument imperméables* à la matière. Dans nos chaudières à vapeur, dans nos vaisseaux métalliques, nous conservons indéfiniment et à une pression très considérable des vapeurs, des gaz de toute espèce. Le vide de nos baromètres se maintient indéfiniment aussi, en dépit du gaz atmosphérique qui entoure la chambre supérieure : le verre et le mercure sont donc parfaitement imperméables à l'air et à n'importe quel gaz ou quel liquide. Cette propriété est tellement nette et caractéristique que, si nous trouvons dans le monde physique une substance capable de traverser librement ces corps, nous pouvons hardiment affirmer que cette substance est autre que la matière et qu'il y aurait un contre-sens patent à lui donner ce nom.

» Existe-t-il de telles substances ? Pour quiconque se dégage de l'esprit de système, la réponse ne saurait être douteuse. L'électricité est une de ces substances.

» On a dit et l'on entend encore dire maintes fois qu'un courant électrique qui traverse un fil conducteur n'est autre chose qu'un mouvement vibratoire particulier de la matière même du métal. Une pareille assertion pourtant ne se soutient pas un instant devant l'examen des faits. Aucune vibration ne peut expliquer l'action dynamique qu'un courant exerce, à distance indéfinie, à travers l'espace occupé déjà par la matière d'autres corps, tout comme à travers l'espace aussi complètement privé de matière qu'il nous est possible de l'obtenir. Les physiciens qui recourent ainsi à des vibrations matérielles perdent d'ailleurs complètement de vue le fait antérieur à tout courant électrique. Tant que le circuit d'un de nos télégraphes électriques, par exemple, est ouvert, le fil isolé se trouve dans un état particulier qu'aucune vibration, de quelque espèce qu'on veuille, ne peut expliquer : il est chargé d'électricité statique ; il agit à distance indéfinie à travers le milieu plein ou vide de matière qui peut l'entourer. Au moment de la fermeture du circuit, le courant commence, non pas du

tout au pôle de la pile, qui est pourtant le point de départ du phénomène et où il commencerait nécessairement s'il consistait en vibrations du métal même, mais bien à l'autre extrémité. La tension électrique, d'abord uniforme sur toute l'étendue du conducteur, tombe là où le fil est en contact avec le sol; mais à partir de ce point, où elle est à son minimum, elle va en croissant jusqu'au pôle de la pile. Avec un électroscope très sensible, nous pourrions constater que le fil se trouve dans un état de charge statique croissante d'une de ses extrémités jusqu'à l'autre, tout comme avec une aiguille aimantée nous pouvons constater qu'il est traversé par l'électricité à l'état dynamique. — Ce n'est donc point à un mouvement vibratoire que nous assistons; et, d'un autre côté, ce ne sont point des particules matérielles qui peuvent ainsi circuler librement dans un métal.

(*La suite au prochain numéro.*)

Exposition à Copenhague des collections recueillies au Groënland par le capitaine Holm [1].

On vient d'ouvrir à Copenhague une exposition des collections recueillies par l'expédition du capitaine Holm sur les côtes orientales du Groënland. Cette exposition est surtout intéressante au point de vue ethnographique. Les tribus groënlandaises autour de la baie d'Angmagsalik, tribus entièrement inconnues, y sont principalement représentées.

Les collections renferment d'abord des vêtements d'été et d'hiver portés par les indigènes : vêtements de peau pour l'été, de fourrure pour l'hiver. Les bottes sont doublées. Pendant l'hiver les indigènes portent des bas qui, de même que les bottes, sont faits de fourrures. Il n'est pas rare de rencontrer des naturels avec des fourrures blanches, des peaux d'ours d'une grande valeur. Les bonnets sont blancs ou bleus, faits de peau de renard; la queue reste attachée et tombe sur les épaules.

Ces vêtements ne se portent que dehors; dans l'intérieur des huttes, les indigènes sont complètement nus; seules les femmes ont une légère ceinture autour des hanches.

Souvent les vêtements sont ornés d'une jolie broderie, faite avec de petits morceaux de peau, disposés avec goût et représentant souvent des formes très caractéristiques. On voit des foulards faits en peau de phoques, très mince, et sur laquelle

---

[1] Communication de M. Hansen-Blangsted (*Société de Géographie*).

on a laissé le poil. Les indigènes se servent de parapluies et d'abat-jour faits de bois, pour se garantir du mauvais temps et de l'éclat de la neige. Ils usent ainsi de peignes en corne pour leurs cheveux, qui sont coupés ou plutôt sciés lorsqu'ils deviennent trop longs. Cependant il faut remarquer que souvent ils portent les cheveux relevés sur la tête et disposés en forme de nœuds. Pour fabriquer ces peignes, ils emploient des dents de requin.

La situation sociale de la femme mariée n'est pas régulière tant qu'elle n'est pas devenue mère. Son vœu le plus ardent est de donner le jour à un garçon, car alors la tribu possède un chasseur de plus. Pour arriver à accomplir ses désirs, il existe différents usages; ainsi, les hommes forcent souvent les femmes enceintes à danser dans la forme d'un 8. Ces mouvements, observés rigoureusement, doivent ne pas manquer de former un garçon dans le sein de la mère.

A l'intérieur des maisons, les garçons sont nus jusqu'à leur quatorzième année; alors on leur donne une paire de pantalons, et ils sont regardés comme adultes. Très souvent on marie un garçon de cet âge avec une femme plus âgée, mais le mariage n'est pas valable avant la naissance d'un enfant. Quelquefois un homme prend deux femmes pour avoir deux rameuses pour son kayak.

Telle est la raison pour laquelle le capitaine Holm, pendant son séjour parmi les indigènes, n'a rencontré qu'une femme non mariée, et encore avait-elle deux enfants, ce qui n'est pas un déshonneur chez ce peuple. Au lieu de s'embrasser, ils se frottent le nez l'un contre l'autre. Il n'est pas rare non plus que les hommes échangent leurs femmes. Mais ce qui est rare, c'est de rencontrer des hommes ayant atteint l'âge de soixante ans. Lorsqu'un individu tombe sérieusement malade, il consent, sur la demande de ses proches, à terminer ses souffrances en se jetant dans la mer. Rarement on tue les malades, excepté en cas de maladies mentales.

Les morts dont les ancêtres ont péri dans la mer y sont également jetés; les autres sont enterrés et leurs cadavres couverts de pierres. Le défunt est mis en terre avec ses instruments les plus précieux. Le chagrin des amis et des proches s'exprime de différentes manières : par des hurlements, par des cris, etc.; c'est, paraît-il, pour empêcher que le mort ne soit fâché. Si le mort portait un nom de chose ou d'animal, ces noms sont changés après le décès, usage qui occasionne beaucoup de variations dans la langue.

Les habitants d'Angmagsalik ne connaissent presque pas l'art de la pêche. Même le saumon, qui sert à leur alimentation, ne se pêche point; on le prend avec une espèce de harpon. Les instruments qui leur servent à se procurer de la

nourriture sont des flèches, des lances et des harpons, ayant leurs pointes en os ou en fer. L'usage de ce métal est très connu. Les indigènes se le procurent soit au moyen d'épaves provenant de navires qui échouent sur la côte, soit par échange avec les tribus qui habitent la côte plus loin vers le sud. On emploie le fer à fabriquer des couteaux, des aiguilles, à donner une pointe aux armes. Les aiguilles, ainsi que les perles, sont très recherchées pour parures; les colliers sont faits avec les vertèbres d'un poisson, appliqués sur un intestin, comme on le ferait sur un ruban.

En général, les indigènes sont très ingénieux à travailler le bois. Les ustensiles de ménage et les harpons sont parfaitement confectionnés et garnis souvent de petits morceaux d'os blancs. Ces os représentent quelquefois ou des baleines ou d'autres poissons assez ressemblants. Cette habileté à travailler le bois se rencontre également dans la fabrication d'une espèce de carte. Parmi les objets rapportés par le capitaine Holm, on trouve une collection de bois représentant très exactement les contours de la côte; d'autres morceaux de bois donnent l'aspect des îles avoisinantes, et les membres de l'expédition trouvèrent la ressemblance assez réussie pour reconnaître les îles devant lesquelles ils avaient passé.

Les joujoux des enfants sont représentés par des collections en partie travaillées en bois. Les poupées portent les costumes des Esquimaux; il y a des ours, des traîneaux, etc.; le tout assez bien exécuté. On voit également une série de figures qui représentent une chasse à l'ours.

La manière dont ils se procurent du feu est assez curieuse : ils font tourner vivement un brin de bois dans un trou creusé à travers un morceau de même matière jusqu'à ce qu'il se produise une étincelle; celle-ci est soufflée sur de la mousse sèche qui remplit de grandes marmites; ce feu allume le lard qui éclaire leurs huttes en même temps qu'il sert à chauffer leurs aliments.

La population de la côte orientale du Groënland était, en automne 1884, de 548 âmes, dont 413 dans les environs du cap Dau (Sermilik, Angmagsalik et Sermiligak), et le reste sur la côte entre Tingmiarmiut et Igdloluarsuk (ford de Bernstorff). Dans ce nombre, 247 hommes et 301 femmes. La population possédait 142 kayaks et 33 oumiaks. Le langage des habitants sur la côte orientale est le même que celui des Esquimaux de la côte occidentale; seulement les habitants de la côte méridionale ont l'organe monotone et traînard, tandis que ceux des contrées plus septentrionales ont la voix agréable et douce.

Les indigènes, dans la contrée où l'expédition a séjourné, avaient une taille élancée et la figure caractéristique, le nez

saillant. Il n'y a pas de doute que les habitants d'Angmagsalik ne soient de vrais Esquimaux. Cette parenté est prouvée non seulement par leur langage, mais encore par leurs mœurs, leur religion et leurs légendes, entièrement conformes à ceux des indigènes sur les côtes occidentales.

Les vents qui ont régné pendant le séjour du capitaine Holm sur la côte étaient ceux du nord-est. L'automne et le commencement de l'hiver ont été excessivement doux : 10° environ au-dessous de zéro. La température n'est pas descendue, en février et mars, au-dessous de 25°. Il n'y avait pas de glace sur la mer pendant l'automne et le commencement de l'hiver; ressac sur toute la côte. C'est seulement au mois de février que la mer est prise par la glace, qui persiste jusqu'à la fin de juin. En général, la contrée est entièrement libre pour la navigation pendant les mois de juillet, d'août et de septembre.

L'Association a reçu les volumes suivants : *Sur l'origine de l'électricité atmosphérique, du tonnerre et de l'aurore boréale*, par M. Edlund, professeur de Physique à l'Académie royale des Sciences de Suède.

Sept Études sur : 1° l'état sphéroïdal; 2° les explosions des machines à vapeur; 3° les trombes; 4° la grêle ; 5° l'électricité atmosphérique; 6° la réfraction latérale; 7° l'adhésion entre les liquides et les solides; par M. l'ingénieur J. Luvini, professeur de Physique à Turin, en double original, français et italien.

MM. Plon, Nourrit et Cie adressent à l'Association les ouvrages suivants : *Un printemps sur le Pacifique. Iles Hawaï*. L'auteur, M. Marcel Monnier, a le talent de nous intéresser à ces populations curieuses à connaître à raison de leurs coutumes, particulièrement originales et presque ignorées en France.

Une promenade dans le Sahara, par M. Charles Lagarde, jeune et vaillant officier, qui est mort aujourd'hui. Cet ouvrage, avec une Préface de M. Charles Joliet, se compose d'une série de tableaux de mœurs très remarquables.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

7 FÉVRIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 306.

CONFÉRENCE DU 13 FÉVRIER

à 8^h 30^m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. **Léger**, professeur au Collège de France : *La Bulgarie, son origine, son histoire, sa renaissance au* XIXe *siècle.*

Président : M. **Duruy**, Membre de l'Institut.

Photographies astronomiques de MM. Paul Henry et Prosper Henry.

Note présentée par M. l'amiral Mouchez à l'Académie des Sciences.

J'ai eu l'honneur, il y a dix-huit mois, de présenter à l'Académie les premiers essais de photographie stellaire faits par MM. Henry, à l'observatoire de Paris, avec un appareil provisoire, dans le but spécial de faciliter la construction de la Carte écliptique. La réussite de ces premiers essais m'avait décidé à accepter leur proposition de faire construire de suite par M. Gauthier un grand appareil définitif dont ils se chargeaient de faire eux-mêmes l'objectif photographique de 0^m,34. L'instrument a été mis en place en avril et, dès le mois de juin, j'ai pu présenter à l'Académie les premières très belles épreuves obtenues dans la voie lactée.

Depuis lors, MM. Henry ont continué leurs travaux avec un succès qui a dépassé toutes nos espérances. Les résultats obtenus sont jugés par des astronomes les plus compétents de l'étranger comme étant la perfection même et présentant la plus grande importance pour l'avenir de l'Astronomie.

A l'observatoire de Paris, nous obtenons maintenant couramment en une heure de pose des clichés de 6° à 7° carrés, sur lesquels sont reproduits avec un éclat et une pureté de contours extrêmes tous les astres au nombre de plusieurs milliers jusqu'à la 16e grandeur, c'est-à-dire bien au delà de la visibilité que donnent nos meilleures lunettes sous le ciel de Paris.

Nous avons même obtenu bien des étoiles de 17e grandeur qui n'ont sans doute jamais été vues encore.

Les images des étoiles ayant un diamètre proportionné à leur grandeur, on en tirera certainement une donnée fort intéressante pour les mesures photométriques.

Outre les étoiles, on découvre aussi quelquefois sur les clichés d'autres objets invisibles dans nos plus grands instruments. Telle est la nébuleuse près de l'étoile *Maïa,* dans les Pléiades, qui est venue se dessiner comme une petite queue de comète très brillante touchant à l'étoile, et qui n'avait jamais été encore signalée, bien que l'amas des Pléiades soit une des constellations les plus étudiées de notre ciel.

La mesure des étoiles doubles et multiples va se trouver grandement simplifiée à l'avenir, par la possibilité d'opérer ces mesures avec autant de facilité que de précision sur des photographies.

Sur l'épreuve de Saturne soumise à l'Académie, la séparation de l'anneau, qui est de 0″,4, étant très visible, on peut espérer obtenir des étoiles doubles distantes de cette quantité.

Nous avons obtenu déjà de belles images des principales planètes; et, sur le cliché de Neptune, le satellite a pu être photographié dans toutes les parties de son orbite, et même dans sa position la plus rapprochée, qui est actuellement inférieure à 8″.

Nous espérons donc pouvoir appliquer la Photographie, non seulement au service régulier de la Carte du ciel, mais aussi à l'étude des étoiles doubles et à la recherche d'astres encore inconnus.

Parmi les principales photographies déjà obtenues, je crois devoir citer les suivantes :

1° Quarante-deux grandes épreuves de la Voie lactée et de diverses régions du ciel;

2° Une photographie des environs de ε Lyre qui montre après deux heures de pose des étoiles beaucoup plus faibles que la *debilissima* d'Herschel et inférieures à la 16e grandeur ;

3° Une épreuve faite dans les environs de Véga, qui montre des étoiles plus faibles encore que les précédentes; quelques-unes de ces étoiles n'ont certainement jamais été vues;

4° Photographies des amas d'Hercule, de Sobieski, d'Ophiuchus, de Persée et plus de six cents épreuves d'étoiles doubles

ou multiples. Quelques-unes de ces épreuves, destinées à des mesures micrométriques, ont été faites avec une pose très courte; elles se rapportent aux Pléiades, à Præsepe et Ophiuchus.

5° La nébuleuse d'Orion a été photographiée avec succès; une pose de deux heures, beaucoup trop longue pour les parties les plus lumineuses, montre au contraire avec une très grande netteté les plus faibles détails.

6° On a obtenu enfin des résultats non moins remarquables dans la photographie des planètes et dans la photographie spectrale.

C'est donc un vaste et nouveau champ d'études ouvert à l'activité des astronomes. Profitant d'une soirée de beau temps, tout astronome pourra en effet recueillir avec un appareil photographique comme le nôtre deux ou trois clichés contenant chacun plusieurs milliers d'astres d'une pureté de définition et d'une exactitude absolue de position, qui, transportés dans son cabinet de travail, lui procureront plusieurs mois de recherches fructueuses, à l'aide d'un simple microscope muni d'une vis micrométrique.

Cette étude se fera en outre avec bien plus de facilité et moins de fatigue qu'à l'aide de ces lunettes de dimensions exceptionnelles qu'on construit aujourd'hui à grands frais dans divers observatoires, sans qu'on soit encore assuré qu'elles apporteront une supériorité bien sensible sur les instruments de moyenne dimension actuellement en usage, et qui ne peuvent d'ailleurs être utilement employées que par de rares belles nuits.

Quand on voit avec quelle extrême facilité on peut obtenir ainsi, en une heure, ces Cartes d'amas d'étoiles qui auraient exigé des années de travail assidu par les anciens procédés, on comprend qu'il s'impose aujourd'hui un devoir impérieux aux astronomes : c'est d'entreprendre immédiatement le levé de la Carte complète du ciel, pour léguer aux astronomes des siècles futurs l'état du ciel à la fin du XIX[e] siècle.

Ce sera le monument scientifique le plus considérable de cette époque; il augmentera de valeur avec le temps et donnera certainement lieu à bien des découvertes inattendues et à des études du plus haut intérêt.

J'ai déjà dit comment ce vaste travail, réparti sur tout le globe entre huit ou dix observatoires bien situés, pourrait se faire sans grands frais, en quelques années, et permettrait de fixer ainsi la position actuelle de vingt ou trente millions d'étoiles; plusieurs observatoires ont déjà offert leur concours, s'ils trouvent la possibilité de se procurer les appareils nécessaires.

Il paraît bien indispensable d'établir le plus tôt possible une

semblable entente; car, si l'on n'y réussissait pas, plusieurs observatoires entreprendront certainement bientôt de faire isolément de la photographie stellaire, chacun à une échelle et par des procédés plus ou moins différents. Il en résulterait un regrettable désordre dans l'ensemble du travail, beaucoup de lacunes, de doubles emplois, de forces et de temps perdus.

Une réunion des directeurs des principaux observatoires ou de leurs représentants pourrait bien facilement établir cette entente si désirable.

La seule objection, peu sérieuse d'ailleurs, qui ait été faite jusqu'ici, est celle de la déformation possible des images, provenant de quelque défaut de l'objectif; mais cette déformation est absolument insensible dans l'appareil de l'Observatoire, sur des images de 2°30′ à 3° de diamètre, et les méridiens et les parallèles pourront facilement se tracer sur les Cartes à l'aide d'un instrument spécial, qui est en construction. Il est bien évident d'ailleurs que des Cartes célestes ne peuvent, pas plus que des Cartes géographiques et toute construction graphique, donner des positions absolues avec la même rigueur que le calcul; il sera toujours nécessaire de faire des Catalogues d'étoiles fondamentales, servant de point de repère; mais ce que les Cartes célestes donneront avec une extrême précision, c'est la position relative des astres voisins, qui est le document le plus important pour découvrir bien facilement leurs mouvements propres. On pourra alors les rapporter aux fondamentales les plus voisines, en cherchant à reconnaître s'il y a quelque loi commune à établir dans la marche de ce nombre infini d'astres.

Quand on se rappelle que c'est au milieu de l'atmosphère si troublée, si défavorable de Paris, qu'ont été obtenues les photographies d'étoiles inférieures à la 16e grandeur, il est difficile d'imaginer la quantité prodigieuse d'astres nouveaux qui viendraient se révéler sur les clichés de MM. Henry si ces astronomes pouvaient établir leurs appareils sous le ciel si pur des tropiques ou dans des stations aussi favorables que le Pic du Midi; il est permis de croire qu'ils obtiendraient peut-être alors des étoiles de 18e grandeur et qu'on pourrait pénétrer bien plus profondément dans le ciel qu'on n'a pu le faire jusqu'ici; leurs clichés prendraient, sans doute, à quelque distance, l'apparence d'une nébulosité continue, comme le ciel lui-même dans les belles nuits tropicales.

Bien des corps inconnus ayant une marche sensible pendant une heure ou deux de pose, comme les petites planètes, les comètes, la planète transneptunienne, si elle existe, ou des satellites encore inconnus, révéleraient leur existence par le tracé de leur route au milieu des étoiles fixes, comme cela a déjà eu lieu pour Pallas.

Relations réciproques des grands agents de la nature.

[*Suite* (1)].

» Dans la Revue *la Lumière électrique*, où se trouve la traduction du Discours de M. Clausius, a paru aussi une lettre adressée à ce savant par M. Jules Bourdin, au nom d'un groupe de jeunes gens dont le cri de ralliement est : « *A bas l'éther !* » — Idée assez bizarre, soit dit en passant. Comme si, pour *abolir* le Créateur ou pour le *restaurer*, il suffisait de crier : A bas Dieu ! A bas l'Ame ! A bas la Force ! ou : A bas le Néant ! Grâce au ciel, nos cris et nos objurgations ne modifient en rien ce qui est ou ce qui n'est pas; le rôle le plus sage de l'homme de Science, c'est de constater, par l'étude stricte des faits, ce qui a une existence réelle, et une fois cette constatation faite, d'en admettre l'objet, que nous le comprenions ou non, au lieu de prétendre l'abolir, par cette seule raison que nous ne le comprenons pas. Je cite cette lettre, parce qu'elle exprime, sous forme très nette, des opinions professées, soit ouvertement, soit, beaucoup plus souvent, *tacitement*, par beaucoup de Physiciens. Ce groupe reproche à certains professeurs d'enseigner des invraisemblances telles que celle-ci : « c'est que l'électricité circulerait dans un fil conducteur plein, comme dans un tube ». Ce reproche résume l'idée fondamentale de l'École matérialiste, à savoir qu'il n'existe que matière et mouvement. Si l'on fait de l'électricité un élément matériel, formé de particules, il est, en effet, plus qu'invraisemblable, il est absurde d'admettre qu'elle peut circuler à travers un conducteur plein, comme l'air, l'eau, dans un tube.

» Toute invraisemblance disparaît, et il reste une grande vérité debout, si, effaçant les mots de *matière*, de *masse*, d'*atomes*, nous employons le terme beaucoup plus général de *substance*, et si nous disons que l'électricité constitue une force proprement dite, c'est-à-dire un élément spécifiquement distinct de la matière et capable, comme la force gravifique, par exemple, de mettre deux points matériels disjoints dans cet état de rapport dynamique qui nous apparaît comme une attraction ou comme une répulsion.

» Qu'un tel élément puisse circuler à travers les corps, cela est non seulement concevable, mais cela devient un fait incontestable.

» Que de tels éléments existent dans l'espace céleste, cela est aussi indubitable. Les corps célestes sont continuellement

(1) Voir le *Bulletin* n° 305, du 31 janvier 1886.

entre eux dans de certains rapports (attraction, lumière, chaleur, induction magnétique). Les mouvements de la matière, quoi qu'on ait pu dire, sont absolument insuffisants pour rendre compte de ces rapports; j'ajoute que, s'il se trouve de la matière diffuse dans l'espace, elle y est du moins dans un état de rareté telle, qu'elle ne suffit plus pour expliquer quoi que ce soit (1). Il faut donc y chercher autre chose que de la matière, pour rendre compte des phénomènes de radiation luminique, calorifique, magnétique....

» Que de tels éléments existent dans les corps eux-mêmes, cela est tout aussi indubitable. La force gravifique agit sur chaque particule des corps comme si toutes les autres particules n'existaient pas; son intensité étant une fonction inverse des distances, la *quantité* (2) de force présente varie donc dans les corps aussi bien que dans l'espace libre. — Lorsque la lumière ou la chaleur rayonnante traverse un corps diaphane ou diathermane, ce n'est pas la lumière du corps qui vibre, c'est un *autre élément*. Pour nier cette assertion, il faut ne tenir aucun compte des faits les mieux acquis en Optique. — Un corps s'électrise à distance par l'action inductive d'un autre corps électrisé. La force électrique y préexiste donc déjà avant toute action inductive.

» Ce n'est point, répétons-le, l'ancien éther des physiciens, doué seulement d'élasticité, qui remplit l'espace stellaire et les corps pondérables eux-mêmes. Si nous partons de la diversité des phénomènes pour conclure à la diversité des causes, nous reconnaissons dans le monde physique l'existence de trois éléments au moins, spécifiquement distincts de la matière, capables de se manifester comme puissances dynamiques : la force gravifique, la force électrique, la force calorique. La première semble absolument immuable en intensité, à égalité de distance et à égalité de quantités de matière qu'elle met en rapport dynamique. Les deux autres, au contraire, sont susceptibles de mouvements particuliers, en vertu desquels leur énergie peut croître ou diminuer en un même lieu de l'espace. Mais ce n'est point par une *impulsion directe* que ces deux forces tirent la matière du repos ou l'y font rentrer. Par ce fait même qu'elles sont distinctes de

(1) Dans un Ouvrage sur la *Constitution de l'espace céleste,* que j'ai en œuvre depuis longtemps, je montre que, si la matière était diffuse dans l'espace et à un état de rareté telle que, 1^{kg} de cette matière occuperait plus d'un milliard de milliards de mètres cubes, ce milieu matériel produirait encore des phénomènes de perturbation tels qu'ils n'échapperaient pas à l'observation la plus superficielle.

(2) Le mot *quantité* est ici employé sous sa forme la plus générale possible et nullement comme exprimant une idée de masse, de poids.

la matière dans leur nature, toute idée de choc, de communication de mouvement par contact que nous voudrions y attacher devient absurde.

» Pouvons-nous légitimement partir de la diversité des effets pour conclure à la diversité des causes? Existe-t-il bien réellement trois forces distinctes? Ou bien, comme tant de savants le soutiennent, mais sous une forme qui anéantit de fait toutes les forces, peut-on rapporter les phénomènes de chaleur, de lumière, d'électricité, à des manières d'être spéciales d'une seule et même force universelle, la force gravifique? Tel est le problème qui se pose devant la Science de l'avenir. Pour le moment, au lieu de chercher déjà à le résoudre, disons seulement à l'aborder, il est beaucoup plus utile de faire précisément l'inverse et de faire autant que possible ressortir la différence, tout au moins apparente, sinon réelle, des forces. La notion générale de la force proprement dite est encore beaucoup trop confuse chez la grande majorité des intelligences, pour qu'il n'y ait pas lieu de bien mettre en relief les dissemblances, bien plutôt que les ressemblances, de ces éléments entre eux.

» Un pas immense est accompli. La lumière et la chaleur rayonnante ne résultent pas des mouvements d'un gaz *matériel* diffus, remplissant l'espace stellaire et les interstices des corps diaphanes et diathermanes : elles relèvent soit d'une manière d'être de la force électrique même, soit de l'action de cette force sur une substance absolument distincte de la matière pondérable, substance capable de se manifester elle-même comme force.

» Je m'arrête comme il convient sur cette dernière assertion. C'est aujourd'hui un fait passé à l'état élémentaire, que la chaleur peut donner du travail mécanique, du mouvement. Un corps de Science tout entier s'est fondé sur ce fait. En dehors des hypothèses, la Thermodynamique n'est autre chose que l'étude des effets mécaniques de la chaleur considérée comme force.

» Mais comment la chaleur dite *sensible* donne-t-elle du travail mécanique? Comment peut-elle tirer une masse matérielle du repos ou l'y faire rentrer? — Pour M. Clausius, et j'ajoute, pour la presque totalité des savants de notre temps, la chaleur rayonnante absorbée par un corps quelconque et devenue ainsi *chaleur sensible* n'est autre chose qu'un mouvement vibratoire des atomes matériels mêmes. Lorsqu'à l'aide de la chaleur nous produisons un travail, ou le mouvement d'une masse matérielle, l'effet dynamique est dû tout simplement à une diminution de la force vive que représentent ces mouvements vibratoires des atomes. Si, sur le domaine de la Science,

le suffrage universel avait une valeur effective, il n'y aurait plus même lieu de discuter la question : elle serait résolue de la façon la plus incontestable dans le sens que j'indique ici. Une remarque cependant se présente naturellement à l'esprit, et l'on ne saurait trop y insister, quand il s'agit d'interprétations qui touchent d'aussi près à la nature même des causes. Des milliers de faits peuvent être favorables à une théorie, la rendre plausible, séduisante; un seul fait contraire suffit pourtant pour la réfuter radicalement.

» La *Théorie cinétique* de la chaleur (c'est là le nom qu'on lui donne généralement), cette théorie, dis-je, est-elle tout d'abord aussi simple, aussi plausible qu'on le prétend? — Dans les corps solides et liquides, les atomes matériels vibrent, dit-on, entre eux, c'est-à-dire qu'alternativement ils s'approchent et s'éloignent les uns des autres, avec une rapidité plus ou moins grande, dont précisément la valeur détermine ce que nous appelons la *température* du corps. Leur rapprochement effectif ou seulement leur tendance à se rapprocher relève de l'action d'une force proprement dite, et non d'une impulsion venue du dehors; c'est ce qu'on ne saurait plus contester sans enfreindre les lois les plus élémentaires du bon sens. Mais pourquoi, après s'être rapprochés, s'éloignent-ils de nouveau, et ainsi de suite? Deux réponses s'offrent à nous : ou bien les atomes s'approchent jusqu'au contact, se déforment, s'arrêtent, puis reculent en sens opposé; ou bien leur vitesse diminue avant leur contact, cesse complètement et se reproduit en sens contraire. Dans le premier cas, l'atome constitue nécessairement une bille parfaitement *élastique*, sphérique, de grandeur finie; dans le second cas, sa forme et ses dimensions peuvent être quelconques, et c'est en vertu d'une force répulsive proprement dite que les atomes s'éloignent après s'être rapprochés. De ces deux modes d'interprétation, l'un n'est ni plus simple ni plus facile à concevoir que l'autre. J'ajoute que le grand mathématicien anglais, Clerk Maxwell, que M. Clausius cite avec raison en termes d'admiration, avait fini par reconnaître que, pour bien rendre compte des phénomènes, les chocs seuls des atomes élastiques ne suffisent pas, et qu'il faut en outre admettre une force répulsive dans la molécule. Dès lors il est tout aussi simple d'admettre que le calorique est, ainsi que l'électricité, une force proprement dite, susceptible de varier en intensité en un même point de l'espace. La simplicité d'une interprétation, le plus ou moins de facilité que nous avons à la concevoir, ne sont toutefois pas des raisons pour l'adopter ou la rejeter; et en ce sens, en ce qui concerne les phénomènes de chaleur sensible des corps *solides* ou *liquides*, nous pouvons, *pour le moment*, accepter l'une ou l'autre de nos explications, sans qu'une objection

décisive s'y oppose. Il n'en est plus de même quant aux phénomènes que présentent les *gaz* et les *vapeurs*.

» Pour expliquer les phénomènes thermiques à l'aide des mouvements de l'atome matériel, on est obligé d'admettre que dans cette classe de corps, particulièrement dans les gaz très éloignés de leur point de liquéfaction : 1° les particules ou groupes d'atomes ou de molécules sont absolument indépendantes entre elles, dès qu'elles sont séparées par un intervalle fini; 2° qu'elles sont animées d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme sur un trajet qui est indéfiniment grand par rapport à leurs dimensions propres; 3° que la durée du choc des atomes ou des particules contre d'autres est infiniment petite par rapport à la durée de leur trajet en ligne droite. Ces conditions formelles ont été posées par M. Clausius d'abord, et puis, avec des modifications presque insignifiantes, par Maxwell aussi.

» Dans plusieurs de mes travaux, j'ai montré que, si cette théorie cinétique rend admirablement compte d'un grand nombre de phénomènes que présentent les gaz, elle échoue au contraire devant d'autres phénomènes tout aussi importants (¹). Je suis revenu récemment avec plus d'insistance sur cette question (²), et j'ai montré qu'en adoptant cette théorie cinétique des gaz on est amené à reconnaître :

» 1° Que la résistance des gaz au mouvement des corps qui s'y meuvent, que la résistance de l'air atmosphérique au mouvement d'un projectile, par exemple, est, à densité constante,

---

(¹) Voir *Analyse élémentaire de l'Univers*, par M. G.-A. Hirn (Paris, Gauthier-Villars, 1868), et *Recherches expérimentales et analytiques sur la relation qui existe entre la résistance des gaz au mouvement des corps et leur température; Conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces Expériences; — Réflexions critiques sur la Théorie cinétique de l'Univers.... Réfutation scientifique de la Doctrine matérialiste*, publiées dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, t. XLIII, 1882, et déposées, en tirage à part, chez M. Barth, à Colmar, et chez M. Gauthier-Villars, à Paris, 1882.

(²) Voir *Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température; Conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces Expériences; Nouvelle réfutation générale des théories appelées cinétiques*; présentées à la Classe des Sciences de l'*Académie royale de Belgique* dans sa séance du 11 octobre 1884, et publiées dans ses Mémoires, t. XLVI, 1885. — Voir aussi l'*Avenir du dynamisme dans les Sciences physiques; Réflexions générales au sujet d'un Rapport lu à l'Académie de Belgique*, par M. Folie, premier Commissaire du Mémoire de 1885, paru dans les mêmes Mémoires. — Ces travaux se trouvent tirés à part, chez M. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris.

dépendante de la température. — Ce fait est absolument réfuté par l'expérience.

» 2° Que les lois de l'écoulement des gaz d'un réservoir dans un autre où la pression est moindre sont tout à fait autres que celles qui étaient admises d'après l'expérience. Ainsi notamment l'air atmosphérique à 0° de température et à une pression quelconque devrait prendre la vitesse limite de 485^m par seconde, quand il se jette dans un espace où la raréfaction est complète. — Ce fait est encore radicalement réfuté par l'expérience.

» 3° Que la vitesse du son, dans l'air atmosphérique, par exemple, dépend du degré d'acuité de chaque son : ce qui est absolument faux.

» 4° Enfin que la hauteur de l'atmosphère devrait être limitée à 12000^m environ, ce qui est de beaucoup au-dessous de la vérité.

» Dans mon dernier travail, récemment publié, sur l'écoulement et sur le choc des gaz, j'ai développé plusieurs autres objections auxquelles il est fort difficile de répondre; en nous bornant aux précédentes, il est visible que, si l'une d'entre elles est juste, et j'ai lieu de croire qu'elles le sont toutes quatre, la théorie cinétique des gaz et des vapeurs, et, par contre-coup, *celle des solides et des liquides, deviennent insoutenables*. Comme, à ma connaissance du moins, je suis le seul physicien qui ait fait ces objections à la théorie cinétique, je dirai modestement : *adhuc sub judice lis est;* mais je raisonnerai toutefois comme si la question était décidée.

» La tendance des gaz et des vapeurs à occuper toujours le volume le plus grand possible, la puissance expansive de ces corps, et, disons maintenant, la puissance expansive de tous les corps, lorsque par un effort externe nous avons diminué leur volume, cette puissance ne pouvant plus être expliquée par des mouvements des atomes, nous sommes amenés à l'attribuer à une force proprement dite, force qui, comme l'électricité, est susceptible de varier en intensité en un même lieu de l'espace, dans de certaines conditions parfaitement déterminées aujourd'hui. Nous sommes amenés, en un mot, à assimiler en un sens le calorique à l'électricité, à la gravité; à dire qu'il relève d'une substance spécifiquement distincte de la matière, susceptible de mouvements particuliers, qui nous le font apparaître comme lumière, comme chaleur rayonnante, et qui, en *s'éteignant* dans les corps (chaleur rayonnante absorbée), se manifestent sous forme de puissance expansive ou répulsive. A ce point de vue, ce que nous appelons *température* n'est plus autre chose que l'*intensité* de la force calorique. Soit dit en passant, cette définition, que j'ai donnée depuis longtemps, est d'ailleurs la seule correcte, en dehors de toute hypothèse.

» Jetons un regard général et critique sur tout ce qui vient d'être dit.

» La notion de la force rapportée à une substance spécifiquement distincte de la matière et capable de mettre deux parties matérielles disjointes en rapport dynamique, cette notion, dis-je, est-elle plus difficile à saisir, est-elle moins simple que celle qu'on s'efforce aujourd'hui d'y substituer?

» L'ensemble des pages précédentes nous montre que cette question, toute subjective d'ailleurs, toute relative à nous, doit être désormais posée autrement.

» Nous n'avons aucune idée de l'essence même du mouvement, pas plus d'ailleurs que de l'essence de la matière ou de celle de tout autre élément constitutif de l'univers. On a coutume de dire que le mouvement n'est qu'un état de la matière; mais ceci revient à substituer un mot à un autre. Ce qui est manifeste, c'est que dans un corps en mouvement il doit se trouver *quelque chose* de plus que dans un corps en repos. Contrairement à tout ce qu'on soutient aujourd'hui, les faits les plus élémentaires prouvent que ce quelque chose ne peut passer directement et par simple contact d'un corps dans un autre, et que, pour qu'il y ait communication, il faut la présence d'un élément spécifique capable de produire le mouvement ou de l'éteindre, sans l'existence d'aucun mouvement antérieur.

» La question à poser est donc celle-ci : « Est-il plus facile de concevoir l'existence d'un élément dynamique *dans* la matière qu'*en dehors* d'elle? » — Chacun certainement reconnaîtra qu'il y a parité absolue. Toutefois, en logeant la force dans la matière même, nous sommes obligés de greffer une hypothèse sur notre interprétation, nous sommes obligés d'admettre *a priori* un atome parfaitement sphérique et d'un volume déterminé, mais immuable (¹), ce qui n'est qu'une possibilité et nullement une vérité déjà démontrée. Mais allons beaucoup plus loin et, restant encore au point de vue purement subjectif, disons que la question précédente n'est elle-même plus à poser.

» Aucune impulsion de matière à matière ne peut expliquer la gravitation universelle. La force gravifique existe, que nous la comprenions ou non. L'étude sévère des faits nous prouve que l'électricité non plus ne peut désormais être matérialisée; elle constitue une force proprement dite, au même titre que

---

(¹) J'ai montré à plusieurs reprises (*Exposition analytique et expérimentale de la Thermodynamique*, t. II, 3ᵉ édition, chez Gauthier-Villars, à Paris), que les faits nous forcent à considérer les corps comme formés d'une partie absolument immuable en volume et d'une autre, au contraire, variable.

la force gravifique. Au point de vue subjectif, y a-t-il un avantage quelconque à rapporter les phénomènes de chaleur sensible à des mouvements de l'atome plutôt qu'à une force, alors qu'on est obligé de recourir à une force pour expliquer la *radiation calorifique?* Assurément non. En nous condamnant à admettre *a priori* un atome parfaitement sphérique, élastique et pourtant immuable en volume, nous compliquons la question au lieu de la simplifier. En ce sens même, il est infiniment plus simple et plus logique de faire de la chaleur dans les corps ce que les faits nous forcent à en faire en dehors des corps, dans l'espace stellaire, ou dans les corps diathermanes.

» Les forces électrique et calorique sont douées d'un caractère des plus saillants, qui, au premier abord, est de nature à embarrasser l'esprit. Ces deux forces sont susceptibles de varier d'intensité en un même point de l'espace; elles sont susceptibles de mouvement, d'accumulation et de dispersion.

» C'est en vertu de ce mouvement que se produit ce qu'on appelle la *charge électrique* (électricité statique accumulée); c'est en vertu de ce mouvement que s'élève ou s'abaisse la *température* des corps. Ce mouvement, en un mot, modifie l'intensité de ces forces; c'est uniquement ainsi, et nullement par communication directe, c'est uniquement en rompant l'équilibre interne ou externe des corps qu'il détermine le mouvement des parties matérielles. Réciproquement, quand l'équilibre interne d'un corps a été troublé, ou que ce corps dans sa totalité a été tiré du repos, l'état primitif ne peut être rétabli qu'à la condition que la force qui l'avait rompu revienne à son intensité et à sa forme premières. »

M. Hirn ajoute ici avec toute raison : « Au point de vue purement subjectif, la force, considérée désormais comme une réalité physique, et non plus comme une entité métaphysique qu'on défait et qu'on refait à volonté, la force considérée comme la manifestation d'une substance spécifiquement distincte de la matière et capable d'établir entre deux parties matérielles disjointes des rapports de diverses espèces, cette notion de la force, dis-je, n'est certainement pas plus difficile à saisir que celle de la perpétuité de mouvements d'un atome à la fois parfaitement élastique et pourtant immuable en volume.

» Le seul fait qui, au premier abord, soit de nature à embarrasser l'esprit, c'est le caractère de mobilité que nous sommes obligés de reconnaître à deux forces : à l'électricité et au calorique. Mais la difficulté, ici, ne repose pas sur le fond même des choses; elle tient à notre éducation en Mécanique. Nous nous habituons de très bonne heure à n'attribuer la faculté du mouvement qu'à ce qui est doué de ce que nous ap-

pelons *masse;* beaucoup plus généralement même, tout ce qui n'est pas pondérable, saisissable, ne nous semble plus même susceptible de mesure. Mais, en y réfléchissant, il nous est aisé de reconnaître que c'est là une manière de voir qui ne repose sur aucun fondement solide. Ne sachant pas quelle est l'essence du mouvement, nous ne sommes nullement en droit de dire *a priori* que le mouvement ne peut exister et se propager que dans tel milieu et non dans tel autre. Les faits seuls peuvent décider la question, et ils la décident aujourd'hui de la façon la plus positive. Mais l'étude des faits nous conduit à une autre conséquence, qui est capitale, et qu'il importe de signaler de la façon la plus formelle.

» Lorsqu'un projectile, lorsqu'une balle de plomb frappe un obstacle rigide, elle s'échauffe, et la quantité de chaleur développée est rigoureusement proportionnelle à la force vive détruite, en d'autres termes, au produit complexe mv^2. Mais, absolument de même, nous pouvons chauffer notre balle de plomb en l'exposant à la radiation solaire, par exemple; et ici encore, la température produite, l'élévation de l'intensité calorifique est proportionnelle au mouvement de radiation éteint. Ce que nous disons de la chaleur rayonnante s'applique identiquement au mouvement électrique. Nous pouvons employer la force vive d'une masse en mouvement à produire un courant électrique, ou une charge d'électricité à l'état statique; mais nous pouvons aussi obtenir les mêmes résultats à l'aide de la radiation calorifique.

» Toute idée de masse attachée à la substance qui se manifeste comme électricité, comme calorique, est un non-sens flagrant; et pourtant un mouvement éteint ou éveillé dans cette substance donne rigoureusement les mêmes résultats qu'un mouvement éteint ou éveillé dans une masse matérielle. Une conséquence capitale découle d'elle-même de ce fait (car il ne s'agit ici que *d'un fait pur et simple,* dégagé de toute idée théorique).

» Un mouvement ne peut s'éveiller ou s'éteindre, dans quelque milieu que se manifeste le phénomène, sans donner lieu à une élévation ou à un abaissement équivalent dans l'intensité de la force capable de produire ce mouvement. En d'autres termes, plus généraux encore, la force, avec l'action de laquelle toute idée de mouvement est absolument inconciliable, ne saurait diminuer ou augmenter en intensité sans qu'il se produise parallèlement une augmentation ou une diminution, numériquement équivalente de mouvement, n'importe dans quel milieu, matériel ou non matériel.

» Cet énoncé, qui, j'insiste sur ce point, n'est que la traduction littérale des faits, nous révèle une parenté intime entre l'essence même du mouvement et celle de la force, avec laquelle

pourtant toute idée de mouvement est inconciliable. Il nous montre que ce que nous appelons *force vive, travail mécanique*, constitue des quantités qui ne sont pas liées nécessairement à l'existence de la matière pondérable. Que le mouvement anime ce qui est doué de masse ou ce qui en est dénué, l'action dynamique qu'il représente est absolument la même. Il nous donne, sous la forme la plus claire, la clef de ce qu'on a si improprement appelé la *transformation des forces*, transformation au bout de laquelle on ne trouve jamais que l'abolition de la force.

» Tout ce qui précède m'amène à citer encore un passage de la lettre dont j'ai parlé déjà (§ VI, p. 31).

» Nous pensons, nous, que cela est très regrettable d'entendre dire : *Quelle que soit la nature de l'électricité, j'en prends une certaine quantité, que j'appelle m*, attendu que c'est affirmer que l'électricité est, en tout cas, *une matière quelconque*, et une fois la craie en main, on a bientôt couvert le tableau de formules qui ne satisfont généralement que celui qui les a écrites. »

» Tout l'énoncé précédent repose sur une idée fausse que se font beaucoup de personnes de la nature de la puissance des Mathématiques; ce n'est pas la première fois que j'ai occasion de le signaler. La critique adressée ici implicitement à M. Clausius forme, quand on y regarde de près, le plus grand éloge qu'il soit possible de faire des travaux du grand analyste, et d'ailleurs de ceux de plusieurs autres, sur la chaleur, sur l'électricité. Les Mathématiques sont la Science des grandeurs, *des quantités*, prises dans leur plus grande généralité, et non la science *des qualités*. Pourvu que nous n'altérions pas le sens des grandeurs dont nous cherchons les rapports, les Mathématiques ne peuvent nous conduire qu'à des résultats corrects. Que l'électricité soit ce que l'on voudra, qu'elle ne soit même qu'un état vibratoire de la matière même des conducteurs, comme l'affirment les auteurs de la lettre, en allant droit contre un ensemble de faits presque élémentaires, nous pouvons très correctement dire : « Je prends une certaine quantité m d'électricité »; et pourvu que nous raisonnions juste dans la mise en équation, nous tirerons de l'analyse un certain nombre de résultats répondant à la réalité des faits. La quantité m que nous prenons exprime une somme d'action possible, et nullement un poids, une masse, un volume. Et c'est en ce sens que l'emploi de m reste juste, quelle que soit la nature des choses. Allons bien plus loin encore. Toute idée de masse, de volume, attribuée désormais à la force gravifique, électrique, calorique, recèle une absurdité criante. Ces forces relèvent des propriétés de substances avec lesquelles

les expressions que nous employons quant à la matière deviennent absolument incompatibles. Un mathématicien pourra néanmoins fort correctement et, j'ajoute, fort *utilement*, appeler ces forces des quantités mesurables; il pourra, comme le fait M. Clausius, considérer l'électricité comme formée de particules d'où rayonne la force, quoique la divisibilité à l'infini soit, dans la réalité physique, le premier caractère d'une substance se manifestant comme force; bien plus, il pourra représenter sous forme de forces vives les mouvements et les actions dynamiques de la chaleur et de l'électricité, car le produit mv^2 considéré en lui-même est ici la mesure d'une grandeur d'action et nullement le résultat de l'association d'une masse avec une vitesse. En un mot, les théories dites moléculaires des forces électriques, caloriques, resteront toujours applicables et utiles, pourvu qu'on n'aille pas s'imaginer qu'elles prouvent quoi que ce soit quant à la réalité physique des éléments qu'elles mettent en œuvre. La critique que j'ai citée plus haut n'a donc aucune valeur réelle. Il ne résulte toutefois de là aucune atteinte à la puissance des Mathématiques.

» Un grand mathématicien a dit, sous forme de plaisanterie mordante, que de la plus belle équation on ne saurait tirer que ce qu'on y a mis; mais, pour être juste, il aurait dû ajouter que nous y mettons toujours un grand nombre de choses qu'il serait impossible à l'esprit le plus pénétrant de voir directement. Nous y mettons par exemple la loi de la gravitation, la loi de l'attraction en raison inverse du carré des distances et nous en voyons sortir tout le corps de la Mécanique céleste : il y a là de quoi satisfaire l'esprit le plus exigeant. Mais ce que nous ne pouvons tirer de cet ordre d'équations, et cela par la raison très simple que nous ne l'y avons pas mis, c'est la connaissance de la nature de l'attraction. Mais, en ce sens même, l'Analyse mathématique reprend toute sa puissance. Lorsque, par exemple, Laplace démontre que, si la gravité a une vitesse de propagation, cette vitesse est de plus de cinquante millions de fois supérieure à celle de la lumière, il opère pour tout esprit non systématique une élimination définitive; il prouve que l'attraction ne saurait être attribuée à de la matière en mouvement. Un tel résultat est encore de nature à satisfaire l'esprit le plus exigeant.

» C'est par ce procédé d'élimination que nous parvenons à savoir ce que la chaleur, ce que l'électricité *ne sont pas* et que nous arrivons, par contre-coup, à nous former peu à peu une idée nette, non sans doute de leur essence, ce qui est hors de notre portée, mais de leur rôle dans l'univers.

» La notion de la force, considérée comme une réalité physique, la notion de la force proprement dite, à laquelle appartient, nous pouvons en être certains, l'avenir dans le dévelop-

pement de nos Sciences physiques, cette notion est bien différente de celle qu'on s'efforce aujourd'hui de faire prévaloir. Elle répond seule à l'ensemble des faits; bien loin de sembler obscure, elle apparaîtra comme la plus naturelle, lorsque, au lieu de prétendre pénétrer l'essence de la matière et celle de la force, nous nous bornerons à faire la seule chose qui soit en notre pouvoir, à accentuer de plus en plus la différence existant entre la matière même et ce qui met en rapports (dynamiques ou autres) deux points matériels disjoints : atomes ou sphères célestes. De même en Biologie, l'existence de l'élément vital ou animique nous apparaîtra comme naturelle lorsqu'au lieu de vouloir en pénétrer l'essence nous nous contenterons de bien spécifier les différences existant entre cet élément et ceux qui constituent le monde physique.

Le centenaire d'Arago.

Le centenaire de la naissance de François Arago, arrivant le 26 février prochain, un comité de savants, de publicistes et de personnes qui prennent souci de nos gloires nationales, s'est formé sous la présidence de M. l'amiral Mouchez pour organiser une fête commémorative, et ouvrir une souscription publique destinée à élever une statue à ce grand homme sur le boulevard qui porte son nom, en face de l'Observatoire où il s'est immortalisé. M. Floquet, président de la Chambre des députés et député des Pyrénées-Orientales, qu'Arago représenta pendant un si grand nombre d'années dans nos assemblées politiques, a été nommé président d'honneur. Il prononcera un grand discours dans le banquet qui terminera la fête, et où M. Faye a accepté la mission de retracer l'ensemble de la vie scientifique de François Arago. D'après le plan qui a été adopté, et pour l'exécution duquel M. l'amiral Mouchez vient d'écrire au préfet de la Seine, la fête commencerait le 25 février par une réception faite dans les salons de l'Observatoire, par la famille Arago, sous les auspices du directeur actuel. Le buste d'Arago, qui se trouve maintenant dans un des vestibules du rez-de-chaussée de l'Observatoire, serait transporté à la place que la statue doit occuper. Les députations qui se réuniront en cortège à l'Observatoire défileront devant l'image de l'illustre astronome. Deux discours seront prononcés à cette occasion, l'un par M. Mouchez, et l'autre par M. Goblet, Ministre de l'Instruction publique. Le bureau du Conseil municipal, dont Arago fut longtemps membre, s'est empressé d'adhérer au projet.

Le Gérant : E. Cottin.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

14 FÉVRIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 307.

CONFÉRENCE DU 20 FÉVRIER

à 8h 30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. **Pellat**, maître de conférences à la Faculté des Sciences : *Machines électriques anciennes et actuelles.*

Président : M. **Rochard**, Inspecteur général du service de santé de la Marine; Vice-Président de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

Sur la production par sélection, aux États-Unis, d'une race de sourds-muets, d'après M. Alex. Graham Bell;

Par M. Alph. de Candolle.

Le célèbre inventeur du téléphone, l'auteur des savants écrits sur l'audition, vient de publier un mémoire curieux (1) duquel il résulte que le nombre des sourds-muets augmente dans certaines familles américaines et peut amener une race privée de la parole, à moins qu'on ne lutte contre les causes de cette fâcheuse nouveauté.

Citons d'abord les faits, ensuite la sélection naturelle qui les produit, après quoi nous indiquerons les correctifs proposés par M. Bell et par nous-même.

I. — Les faits.

On a constaté par le dernier recensement des États-Unis

---

(1) *Memoirs of the National Academy of Sciences.* Washington, 1884, t. II; in-4°.

qu'il y avait, le 1er juin 1880, dans toute l'Union, 33878 sourds-muets (18567 hommes et 15311 femmes).

Sur ce nombre, à peu près un tiers ont été jugés sourds-muets de naissance, un tiers par suite d'accidents ou maladies et un tiers sans cause connue. Évidemment cette classification est incertaine, soit par défaut d'enquête sur chaque individu, soit par impossibilité de savoir quels enfants deviennent sourds dans les premiers mois de leur existence. Il est probable que les sourds véritablement de naissance (1) (*congenital*) sont peu nombreux et que beaucoup d'enfants deviennent sourds par l'effet d'une exposition imprudente à l'air froid avant qu'on ait pu constater s'ils entendaient ou s'ils étaient aptes à entendre.

La distinction des sourds de naissance et autres me paraît vague et difficile à connaître, mais on peut dire que ceux des enfants qui deviennent sourds sont plus disposés que d'autres à la surdité, et, à ce point de vue, ce n'est pas une erreur bien grande de considérer tous les sourds-muets comme formant une seule catégorie. Ceux qui ont parlé parce qu'ils entendaient et qui sont ensuite devenus sourds-muets doivent être une fraction minime de l'ensemble. J'insisterai, par conséquent, sur ce qui, dans le mémoire, concerne la totalité des sourds-muets plutôt que sur les individus présumés sourds de naissance.

M. Bell a tiré ses informations principalement des rapports de six grands instituts qui ont été fondés, aux États-Unis, de 1817 à 1857. Les autres établissements sont aussi mentionnés, mais ils ont beaucoup moins d'importance, car le nombre total de leurs élèves n'a été que la cinquième ou sixième partie de celui des jeunes sourds-muets. Les documents publiés ont été complétés au moyen d'une correspondance active avec les directeurs et par la lecture des journaux spéciaux sur l'éducation des sourds-muets en Amérique.

En jetant d'abord un coup d'œil sur la liste nominative des élèves dans les grandes institutions, M. Bell a été frappé de la fréquence des mêmes noms de famille et de baptême. Pour les premiers, qui sont plus importants, si l'on néglige des noms très répandus, comme Smith ou Brown, il y a des répétitions significatives, par exemple, dans le même établissement : onze Lovejoy, sept Derby, six Mayhew, etc. Dans l'*American Asylum*, du Connecticut, qui a formé plus de deux mille élèves, il s'en est trouvé 43 pour 100 dont le nom paraît au moins trois fois. Dans l'institut de l'Illinois, ce degré de répétition s'est présenté dans la proportion de 23 pour 100,

(1) Cette expression usitée n'est pas heureuse, puisque l'audition se manifeste quelque temps après la naissance.

mais il faut dire que le premier de ces établissements remonte à 1817, tandis que l'autre date de 1846; d'où il résulte que les fils ou neveux ont pu figurer plus souvent dans l'un que dans l'autre.

Pour l'ensemble des six grands instituts, 29,5, soit près du tiers des élèves, avaient des proches, jusqu'au degré de cousin germain, sourds-muets comme eux, et si les informations avaient été plus prolongées, cette proportion se serait trouvée évidemment plus forte. Dans l'American Asylum, 593 élèves sur 2106, soit 30 pour 100, ont eu au moins un frère ou une sœur sourds-muets constatés, et parmi eux quinze avaient au moins cinq frères ou sœurs et onze six frères ou sœurs sourds-muets. La proportion des proches s'élève à 54,5 pour 100, pour les six grands instituts, quand il s'agit des sourds-muets considérés comme de naissance.

Ces chiffres confirment pleinement ce qu'on savait de l'hérédité et de la fréquence dans certaines familles de l'affection dont il s'agit, hérédité et fréquence qui se voient du reste dans tous les caractères distinctifs, bons ou mauvais, lorsqu'ils ne résultent pas de circonstances accidentelles, comme par exemple une maladie épidémique. On remarque pour les sourds-muets, ce qui a été noté pour beaucoup d'autres affections ou caractères, que l'hérédité saute quelquefois une ou plusieurs générations, et que, par exemple, la transmission se fait d'un aïeul à un petit-fils ou d'une tante ou d'un oncle à des neveux, même de cousin à cousin par l'influence d'ascendants communs. Ces cas d'hérédité latente ou indirecte, bien connus dans les animaux domestiques, prouvent qu'il faut tenir compte non seulement de la santé des individus, mais aussi de celle des familles.

Une conséquence évidente est que les mariages entre sourds-muets doivent être fâcheux pour leurs enfants et petits-enfants. Malheureusement ces mariages sont nombreux aux États-Unis et tendent à augmenter. C'est ce qu'il y a de plus nouveau dans les recherches de M. Bell.

On ne peut connaître d'une manière suffisante le nombre des sourds-muets qui se marient et des sourds-muets qui épousent des sourds-muets que pour les élèves qui sortent d'établissements anciens, comme l'American Asylum de 1817, et l'établissement de New-York de 1818. Parmi les élèves du premier, 30 pour 100 se sont mariés, d'après un rapport de 1877, et parmi ceux du second 16 pour 100 étaient mariés avant le rapport de 1854, ce qui fait présumer un nombre final plus considérable.

Ce qui est bien plus important et plus fâcheux, la proportion des mariages entre sourds-muets *augmente* en Amérique.

D'après l'American Asylum, depuis 60 ans d'expérience, voici les proportions de mariages entre sourds-muets, selon le rapport de 1877 :

	Pour 100.
Nés avant 1810	55,0
» de 1810 à 1839	82,9
» de 1840 à 1855	80,8 (1)

Pour l'Institut de New-York fondé en 1818, d'après le rapport de 1854 :

	Pour 100.
Nés avant 1810	58,6
» de 1810 à 1839	73,2

Pour cinq instituts fondés de 1817 à 1846, d'après des rapports faits de 1844 à 1882, on trouve les proportions :

	Pour 100.
Nés avant 1810	55,8
» de 1810 à 1839	80,7
» de 1840 à 1859	84,1

Jusqu'en 1883 on connaissait seulement douze individus sourds-muets nés depuis 1860 qui s'étaient mariés, et c'était avec onze (!) de leurs pareils et une seule personne entendant. Le chiffre est trop petit pour servir de comparaison exacte, mais il faut présumer que la proportion continue de s'accroître.

M. Bell a réuni des documents analogues sur l'Europe, d'après les recensements de Belgique et d'Irlande, et les rapports de dix instituts de sourds-muets. Il en résulte que sur 221 élèves mariés, 27 pour 100 avaient épousé des sourds-muets ou muettes. Ces renseignements ne sont pas assez étendus, mais on voit que la différence est bien grande avec les faits constatés en Amérique.

Les parents tous deux sourds-muets de naissance sortis de l'American Asylum ont eu 30 pour 100 d'enfants sourds-muets. Lorsqu'un des parents était sourd de naissance et l'autre entendant, la proportion des enfants sourds a été de 15 pour 100, ce qui est encore beaucoup. Si les enfants sourds-muets issus de parents sourds-muets épousent encore des sourds-muets, le mal augmentera, et une véritable race privée de l'audition se sera formée aux États-Unis. Par bonheur, en cherchant les causes de ces mariages de sourds-muets, on peut les combattre et dans un pays où il y a tant de zèle pour les bonnes œuvres on le fera certainement.

(1) Cette légère diminution tient peut-être à ce que le directeur de l'établissement a signalé le danger des unions entre sourds-muets.

II. — Les causes.

Il n'est pas difficile de connaître les causes de l'accroissement du nombre des sourds-muets en Amérique, plus rapide que celui de la population en général. M. Bell les énumère avec sagacité. Elles se résument en ce que les sourds-muets sont trop réunis dans de grands établissements et trop séparés des personnes qui entendent, d'où il résulte trop de mariages entre eux.

Nous avons vu que six institutions seulement comprennent l'immense majorité des jeunes sourds-muets américains. En outre, l'ancienne méthode par signes y est conservée le plus ordinairement, tandis qu'en Europe on l'a abandonnée presque partout. Au mois de mai 1883, il a été constaté que seulement 14 pour 100 des sourds-muets américains savaient articuler et comprenaient les maîtres qui leur parlent, 18 pour 100 connaissaient la méthode d'articulation comme une sorte d'accessoire, et 68 pour 100 n'en avaient pas la moindre idée. En Europe, à la même époque, 65 pour 100 des enfants sourds-muets apprenaient l'articulation. Ne sachant communiquer que par signes, les idées qu'on ne peut pas représenter de cette manière échappent aux sourds-muets d'Amérique. Ils ignorent le sens de beaucoup de mots de la langue anglaise et n'ont qu'une littérature très limitée, comme les Chinois et par la même cause. De tout cela il résulte que les sourds-muets américains se voient surtout entre eux, ne comprennent guère les personnes qui entendent, et sont disposés par cela même à se marier entre sourds-muets. On croit leur rendre service en ayant des soirées et des fêtes pour les individus sortis de la même école ou affectés de surdité; on a créé des journaux à leur usage et des ateliers où ils travaillent en commun, mais tout cela les constitue en groupes, et malheureusement en groupes isolés au milieu de la grande population douée de la parole. Se connaissant surtout entre eux, la sélection sexuelle agit dans le sens des unions similaires de sourds-muets. Ordinairement et pour d'autres caractères les extrêmes s'attirent; par exemple on remarque beaucoup de mariages entre les deux types blond et brun. Ici la facilité de se comprendre, combinée avec l'isolement, produit une sélection dont les conséquences sont déplorables.

M. Bell nous apprend que dans cette race, déjà ébauchée, de sourds-muets parlant par signes, on a proposé quelquefois de créer une colonie spéciale; que des élèves d'une des écoles s'étaient concertés pour s'établir ensemble dans un même district; enfin que, pendant plusieurs années, les sourds-muets ont agité la question de pétitionner le Congrès pour obtenir

la concession d'un territoire qui leur serait réservé. De riches sourds-muets offraient d'acheter du terrain pour le céder par parcelles à d'autres sourds-muets sans fortune. Il ne manquait vraiment que cette création pour constituer une race permanente d'infortunés. Heureusement ces projets n'étaient pas faciles à réaliser, et dans une convention générale des sourds-muets de la Nouvelle-Angleterre, ils furent décidément repoussés, grâce à quelques directeurs intelligents des écoles. On risque cependant de les voir renaître si le mémoire de M. Bell n'éclaire pas suffisamment le public américain.

III. — Correctifs.

Les causes étant connues, il est aisé de voir comment on pourrait diminuer leurs mauvaises conséquences. M. Bell recommande les moyens suivants, qui tendent à disperser les sourds-muets, sans oublier leur instruction.

1° Avoir beaucoup de petites écoles au lieu de quelques grandes institutions [1]. Dans ce système, on serait obligé, pour éviter les frais, de laisser les enfants dans leurs familles, et de les appeler seulement à certaines heures dans une salle de l'école commune, où ils recevraient l'instruction spéciale nécessaire. On pourrait réunir les sourds-muets aux autres écoliers dans certaines leçons, par exemple d'écriture, de dessin, de couture et même d'arithmétique au tableau. De cette manière les sourds-muets communiqueraient journellement avec leurs parents ou camarades doués de la parole. Leur isolement diminuerait et leurs idées s'élargiraient.

Je me permettrai d'ajouter que dans les grandes villes on pourrait avoir des écoles distinctes pour les filles et les garçons, ce qui diminuerait la probabilité de mariages ultérieurs entre eux. On éviterait ainsi le mélange des deux sexes très ordinaire en Amérique, mélange qui existe probablement pour beaucoup de leçons dans les instituts actuels de sourds-muets, quoique l'auteur du mémoire ne parle que des réunions à l'église et dans des soirées.

2° Adopter exclusivement la méthode d'articulation. Elle est difficile, mais elle met les élèves en rapports réels et presque complets avec les autres hommes. Elle développe chez eux l'esprit d'observation et la sagacité. Elle leur permet de tout comprendre de ce qu'on dit et écrit dans le monde. Elle prévient aussi les antipathies et les défiances causées

---

[1] La Suisse est bien partagée sous ce rapport. Elle a onze écoles pour moins de trois millions d'habitants; les États-Unis une par million. Espérons que personne ne proposera chez nous une école centrale et fédérale.

dans le public par le silence et les gestes bizarres des sourds-muets qui se servent de signes.

Tout en appuyant l'idée du savant américain, nous ferons ici une remarque dont il ne fait pas mention, c'est que la langue anglaise est la moins favorable de toutes à la méthode d'élocution. C'est de nos principales langues européennes celle où l'on articule le moins, et où le mouvement des lèvres est le plus souvent remplacé par une accentuation ou intonation qu'on entend sans qu'il y ait aucun effet visible. C'est aussi la langue où les voyelles sont le moins claires et le moins articulées. Elle a beaucoup de sons intermédiaires entre a et e, entre o et eu, etc. L'anglais exige très peu d'ouvrir la bouche et de remuer les lèvres : c'est l'opposé de l'italien. Nous avons en français quelques mots impossibles à voir sur les lèvres, comme *de*, *crac*, mais ils sont rares, et nous ne possédons ni le *th* anglais qui se prononce par la langue contre les dents, ni l'aspiration des *h* qui se fait dans l'arrière-bouche. J'ai eu l'avantage de connaître un sourd-muet d'infiniment d'esprit, d'une grande sagacité et de beaucoup d'instruction qui savait lire sur les lèvres du premier venu en français et en allemand (1). On citait de lui des tours de force, comme de saisir dans une glace et à distance les paroles de quelqu'un qui lui tournait le dos. Lorsqu'on parlait à voix basse, il comprenait; aussi les dames avaient-elles une certaine peur, quand il entrait dans un salon. « Je sais l'anglais, me disait-il, mais pour que je puisse le comprendre il faudrait qu'on me montrât l'intérieur du gosier ! » Ces difficultés retarderont probablement l'introduction de la méthode d'élocution en Amérique, et exigeront peut-être de conserver des signes comme supplément à l'articulation, mais ce ne sont pas des difficultés insurmontables.

3° Répandre des notions exactes sur le danger des mariages entre sourds-muets et même entre les familles qui ont ou ont eu des sourds-muets. Sans doute la prudence est mise de côté quand la passion s'empare de jeunes têtes. Mais la passion sévit moins facilement lorsqu'on a appris à se défier. Les parents, d'ailleurs, sous l'influence d'une crainte, éloigneraient les occasions de rapprochements qui peuvent conduire à des mariages dangereux.

Tels sont les moyens préventifs indiqués par M. Bell. Ils se rapportent aux unions de sourds-muets; mais, à un point de vue plus général, on se demande si une meilleure hygiène des nouveau-nés n'aurait pas l'avantage de diminuer le nombre

(1) Le baron de Gingins-Lassaraz, auteur de publications intéressantes sur la Botanique et sur l'Histoire.

total des sourds comme celui des aveugles. Les personnes appelées à soigner les enfants et les hommes de l'art qui leur donnent des conseils ne consultent peut-être pas assez les indications fournies par la simple observation des faits. Ne voyons-nous pas tous les jeunes animaux se serrer contre leur mère ou se cacher sous leurs ailes à moins qu'ils ne rentrent dans une poche comme les marsupiaux ? C'est que la transition d'un milieu à température élevée et constante au froid et aux variations de l'air atmosphérique est une crise violente pour les nouveau-nés. Excepté le baptême par immersion usité en Russie il n'y en a pas de plus dangereuse. Elle entraîne souvent la mort et souvent aussi des catarrhes, cause de cécité ou de surdité. Si ces terribles affections étaient réduites aux cas de défauts organiques et d'accidents qui peuvent survenir à tout âge, elles seraient certainement moins fréquentes. Les descendants mêmes des individus épargnés en profiteraient, car les maux acquis se transmettent quelquefois et le défaut d'usage des yeux ou des oreilles pendant une génération doit affaiblir la suivante sous le rapport de la vue et de l'ouïe.

M. Bell a cherché si l'on pourrait introduire des mesures légales contre les unions de sourds-muets. Il n'en a pas trouvé de satisfaisantes. Par exemple, dit-il, défendre les mariages entre sourds-muets serait amener des unions illégitimes, si l'on continue de favoriser les rapports de société entre jeunes gens des deux sexes sortis d'une même école. Prohiber le mariage au moins entre les sourds-muets de naissance serait efficace, mais comment s'assurer exactement de l'origine de l'infirmité ?

L'auteur ne mentionne pas l'idée souvent recommandée, indépendamment des sourds-muets, de défendre les unions entre cousins germains. Ce serait s'opposer à la propagation de beaucoup de maladies héréditaires, comme la folie, la phtisie, les scrofules, etc., et il serait plus naturel de s'opposer à ces unions consanguines qu'à celles de beaux-frères et belles-sœurs qui appartiennent à des familles différentes. Je sais qu'on a contesté l'inconvénient des mariages entre cousins germains. Cependant on est arrivé, ce me semble, à une conclusion bien fondée, qui explique à la fois les résultats tantôt favorables et tantôt défavorables de ces unions.

Lorsqu'une famille jouit, depuis plusieurs générations, d'une santé excellente, les mariages consanguins ne font que propager cette heureuse condition. Chacun a pu en voir des exemples, bien qu'ils soient rares, et les auteurs en ont trouvé de plus frappants dans quelques îles ou districts de pays très sains dont la population est à son aise. En général, cependant, chaque famille présente des côtés faibles sous le rapport

physique, moral ou intellectuel, ce qui entraîne de mauvaises chances en cas de mariages consanguins. La disproportion de nombre est immense entre les familles absolument bien portantes et les autres, ce qui permet de dire que dans la très grande majorité des cas les unions consanguines sont dangereuses.

Reste à savoir jusqu'à quel degré l'opinion publique permettrait l'extension des empêchements au mariage. L'Église catholique a admis l'interdiction des mariages de cousins. Ce serait un exemple, si la facilité des dispenses ne détruisait l'effet pratique du système, auquel d'ailleurs se soustraient beaucoup de non-croyants. Les idées d'indépendance personnelles s'opposent aux restrictions, mais peut-être à un degré moins sensible aux États-Unis qu'en Europe. Nous voyons en effet les Américains fermer les yeux sur la liberté personnelle, quand il s'agit des Chinois, des buveurs d'eau-de-vie ou des Mormons, tandis que les Anglais et les Hollandais ne s'inquiètent dans leurs colonies ni des Célestes, ni des ivrognes, ni des millions de sujets polygames. A vrai dire, les démocraties aiment l'uniformité et la poursuivent quelquefois à tout prix. Il faut seulement qu'elles remarquent les exceptions et qu'elles en soient choquées. C'est ce qui n'est pas encore arrivé pour les idiots et les sourds-muets en Amérique, excepté dans l'État de New-Hampshire où leur nombre extraordinaire a fait proposer des mesures législatives contre les mariages consanguins (1). Les observations et réflexions du savant physicien de Washington tendent à prévenir un grand mal. Il faut convenir aussi qu'elles ont un intérêt scientifique, en venant à l'appui de tout ce qu'on découvre sur les effets irréguliers, mais certains, de l'hérédité.

(1) Le grand et remarquable ouvrage du Dr Baxter sur l'examen sanitaire de 1 000 000 d'hommes appelés au service lors de la guerre de la sécession (*Statistics medical and anthropological*, etc., 2 vol. in-4°, 1875) expose (vol. I, p. 186) que dans le New-Hampshire la proportion des individus exemptés pour imbécillité était si forte qu'on dut en chercher les causes. L'une d'elles parut être la fréquence d'unions consanguines. Dans une localité où elles sont particulièrement communes, il y avait souvent deux ou trois enfants faibles, idiots ou mal conformés dans une famille. A l'examen des recrues le chirurgien put constater que, dans la plupart des cas, les individus réformés étaient fils de cousins germains nés également de cousins germains. Les exemples étaient si nombreux et si effrayants qu'on proposa une loi pour prohiber les unions à ce degré de parenté; l'ouvrage ne dit pas si la proposition fut votée.

L'observatoire Lick sur le mont Hamilton (Californie),

Par M. David P. TODD.

James Lick, né en 1796 dans le comté de Lebanon (Pensylvanie) et possesseur d'une fortune considérable, mourut à l'âge de 80 ans, laissant, parmi d'autres legs importants, une somme de 700000 dollars (3500000^{fr}) destinée à la construction d'un grand observatoire sur le mont Hamilton ([1]).

Le mont Hamilton, situé dans le comté de Santa-Clara, fait partie de la grande chaîne qui longe le Pacifique, et se trouve à 55 milles environ au sud-est de San-Francisco, et à 13 milles de San-José, la ville la plus proche, à laquelle il est relié par un excellent chemin de montagne, et avec laquelle une ligne téléphonique le met en correspondance. Il a trois sommets; le plus méridional, haut de 4500 pieds environ, fut choisi pour y construire l'observatoire, et, comme il était très aigu, on fut obligé de l'épointer; 45000 tonnes de rocs furent abattus, et l'on obtint un plateau présentant la forme d'un ovale irrégulier, long de 450 pieds et ayant environ 235 pieds dans sa plus grande largeur; 1660 acres (670 hectares) de terrains situés autour de la montagne devinrent une dépendance de l'observatoire.

Le conseil d'administration institué par M. Lick s'adressa à M. Sherbun W. Burnham, aux professeurs Holden et Newcomb et au capitaine Floyd, qui visitèrent le mont Hamilton, y firent des observations astronomiques, et étudièrent la disposition à donner aux bâtiments, dont les plans furent faits sous leurs yeux. On commença les travaux au printemps en 1880, et on les poussa activement. En 1881 on installa la lunette méridienne de 4 pouces et l'équatorial de 12 pouces, avec lesquels on observa le passage de Mercure. En 1882, on construisit deux réservoirs, l'un d'une capacité de 85000 gallons (386^{mc}), qui est alimenté par l'eau d'une source voisine, l'autre, de 70000 gallons (318^{mc}), qui recoit les eaux pluviales. Dans cette même année, on observa le passage de Vénus. Le professeur Todd avait été chargé de diriger les travaux; l'emploi du photo-héliographe donna d'excellents résultats, et l'on obtint des reproductions très exactes du Soleil. L'éclipse solaire du 26 mars 1885 fut aussi photographiée à l'observatoire Lick dans les meilleures conditions atmosphériques.

Parmi les principaux instruments de l'observatoire, il faut citer le cercle méridien de Repsold, dont les objectifs, d'un

---

([1]) Ces sortes de libéralités sont fréquentes en Amérique, où l'initiative individuelle joue un si beau rôle pour le grand bien du pays. On ne saurait trop propager de si louables exemples. G. T.

diamètre de 6 $\frac{1}{3}$ pouces, ont été faits par MM. Clark. La construction qui l'abrite a 43 pieds sur 45; les murs en sont doubles; le mur intérieur est de bois, le mur extérieur de fer, et ils sont assez éloignés l'un de l'autre pour qu'on puisse pénétrer dans l'espace qu'ils laissent libre; les dispositions prises en vue d'obtenir la même température entre les deux murs et dans la pièce sont irréprochables.

Outre les instruments déjà mentionnés, on trouve dès à présent dans l'observatoire : une lunette méridienne de 4 pouces construite par Fauth; un appareil de mesures fait par Stackpole, et donnant les coordonnées tant polaires que rectangulaires; cinq horloges de Dent, Frodsham, Hohnü et Howard; quatre chronomètres de Negus; un télescope équatorial de 6 $\frac{1}{3}$ pouces; un cercle vertical de Repsold de 2 pouces. L'établissement possède un atelier contenant des tours et tous les instruments nécessaires, et une bibliothèque astronomique composée avec grand soin, et qui a déjà coûté près de 5000 dollars; un système de communications électriques réunit toutes les pièces d'observation et les pièces contenant les horloges.

Le principal travail qui reste encore à faire, c'est de construire le grand télescope et d'édifier l'énorme dôme qui devra l'abriter. MM. Clark ont été chargés de faire l'objectif. M. Feil, de Paris, leur a déjà fourni d'abord la lentille de crown; depuis peu, ils ont également en main la lentille de flint qui va leur permettre de commencer le travail. On espère que le télescope pourra être terminé en 1887. A partir de cette époque, l'observatoire sera dirigé par les recteurs de l'Académie de Californie.

Et maintenant, quelle sera la puissance de cet énorme télescope? Tous les astronomes qui ont observé les corps célestes du haut du mont Hamilton ont remarqué que l'homogénéité extraordinaire de l'atmosphère leur a permis d'adapter à leur télescope des oculaires qui grossissent deux ou trois fois autant que ceux qu'on emploie ordinairement. Il y a donc lieu d'espérer qu'on trouvera chaque année quelques nuits où l'on pourra se servir avec avantage des pièces qui donnent le plus fort grossissement, lequel est de 3500 diamètres. La distance de la Lune à la Terre ne serait plus alors théoriquement que de 60 milles; mais les conditions idéales de vision ne peuvent jamais être atteintes; en tenant compte de différentes influences perturbatrices, et, entre autres, de celle de l'atmosphère terrestre, on peut espérer que l'observateur verra la Lune comme il la verrait sans télescope si elle était éloignée de 100 milles. Si le point observé sur la Lune était bien éclairé par le Soleil, il est possible qu'il y pût distinguer assez nettement des objets dont la masse ne serait pas plus grande que celle des plus grands monuments de la Terre.

Cherchons maintenant à nous rendre compte des avantages que l'observatoire Lick présentera sur les autres. L'altitude à laquelle il se trouve placé n'y fera pas paraître les objets célestes beaucoup plus brillants qu'on ne les voit ordinairement, ainsi que beaucoup de personnes le supposent; mais, ce qui est incomparablement plus important, l'homogénéité de l'atmosphère ambiante ne permettra pas seulement aux astronomes de faire usage de beaucoup de nuits claires qui, à des stations moins élevées, ne seraient pas très propices aux observations; elle donnera encore à leurs travaux une extrême précision. Il en résultera qu'on sera obligé d'inventer, pour éliminer les erreurs personnelles et les erreurs dues aux instruments, des méthodes meilleures que celles qu'on possède actuellement. Les erreurs dues à la vision, dans la détermination des coordonnées d'une étoile, seront si petites que deux ou trois observations suffiront pour fixer sa position de la façon la plus précise.

L'influence de l'altitude sur l'amosphère est moins heureuse pendant le jour qu'elle ne l'est pendant la nuit, et, s'il faut en juger par des expériences faites du mois de juillet au mois de décembre, les observations diurnes n'y réussissent pas mieux qu'à des stations moins élevées.

Il ne faut pas omettre de faire ressortir ce fait que, de l'observatoire Lick, grâce à la hauteur exceptionnelle à laquelle il est situé, on commande une partie du ciel beaucoup plus grande que de l'une quelconque des autres stations situées à la même latitude. Du haut du mont Hamilton, on peut explorer des régions de l'hémisphère austral qu'il est impossible d'étudier dans nos laboratoires septentrionaux. A la latitude du mont Hamilton, le 53e parallèle de déclinaison australe coïncide à peu près avec l'horizon sud, et, parmi quarante-deux nouvelles étoiles découvertes par M. Burnham pendant son séjour sur la montagne en 1879, vingt se trouvent entre le 30e et le 40e degré de déclinaison sud (c'est-à-dire entre les limites de 23° et de 13° de hauteur maxima au-dessus de l'horizon), et cinq de ces étoiles sont entre le 40e et le 45e parallèle (c'est-à-dire entre les limites de 13° et de 9°).

En général, aux altitudes ordinaires, les vents violents nuisent aux travaux micrométriques. D'après M. Burnham, les vents modérés ne semblent pas troubler l'homogénéité de l'atmosphère. Voici une expérience que j'ai faite à cet égard sur le mont Hamilton, et qui, autant que je sache, n'avait encore été faite nulle part. Dans la nuit du 2 décembre 1882, le vent ayant une grande intensité, je ne pus apercevoir Jupiter et Saturne qu'avec très peu de netteté; dirigeant alors ma lunette vers Sirius, je vis son compagnon aussi distinctement que l'on peut voir un satellite de Jupiter dans de bonnes conditions atmosphériques.

Ce qu'il faut signaler aussi comme un fait des plus heureux, c'est l'absence de nuages, pendant la plus grande partie de l'année, à la hauteur de l'observatoire. Même pendant la saison pluvieuse, on y trouve parfois des périodes de plus de soixante-dix heures consécutives pendant lesquelles le ciel est parfaitement clair, tandis que la partie inférieure de la montagne est enveloppée comme d'une mer de nuages. On a tiré de ces nuages d'excellentes photographies.

L'observatoire Lick possède dès à présent un nombre inusité d'instruments, tous d'excellente qualité.

Les frais de construction et d'installation n'absorberont guère que les $\frac{3}{5}$ du legs de M. Lick. Les revenus du capital restant seront affectés à son entretien; peut-être ne suffiront-ils pas; mais les services que ce bel établissement est appelé à rendre à la science donnent le droit d'espérer que les ressources lui viendront du dehors (1).

(*La Nature.*)

Nouvelle disposition du bain de mercure en vue d'atténuer l'effet des trépidations du sol (2).

Note de M. E. MOUCHEZ.

L'observation du nadir a toujours été considérée comme à peu près impraticable à l'observatoire de Paris, à cause des trépidations du sol produites par le passage des voitures dans les rues voisines, et l'on a depuis bien longtemps cherché, sans y réussir, le moyen d'obvier à ce très grave inconvénient, à l'aide de diverses modifications du bain de mercure.

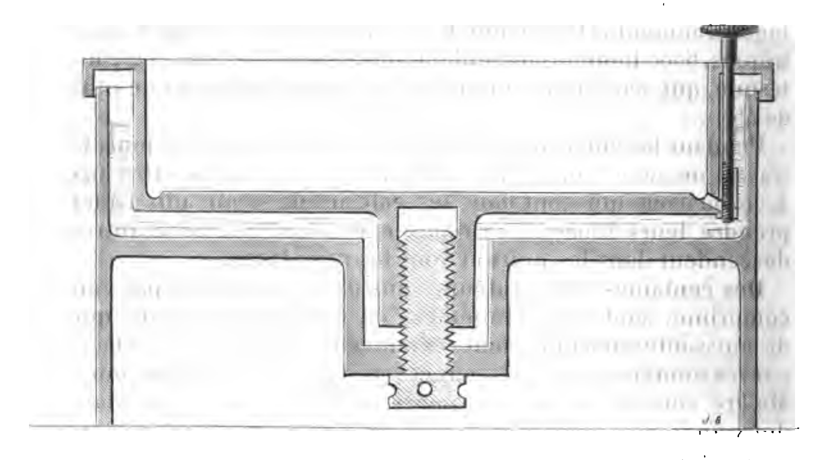
M. Gautier, le très habile artiste de l'Observatoire, vient de résoudre complètement ce problème de la manière la plus simple et la plus pratique; les expériences faites pendant une semaine, aussi bien de jour que de nuit, ont établi que, à quelque heure qu'on observe, la surface du mercure reste parfaitement immobile, et si pure, qu'on ne distingue guère aucune différence entre les fils directs et les fils réfléchis.

Le nouvel appareil se compose de deux cuvettes cylindriques en fonte placées l'une au-dessus de l'autre, et d'un diamètre un peu différent. La plus grande, la cuvette inférieure, qui contient la provision de mercure, est munie à son centre d'un axe vertical taraudé sur lequel se visse l'écrou soudé au centre, sur la face inférieure de la deuxième cuvette; celle-ci est percée d'un trou de 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre, auquel est adapté

(1) Traduit et abrégé par M. E. Philippi.

(2) *Bulletin astronomique*, t. II, décembre 1885.

un petit rebord ou tube vertical descendant dans le mercure. Quand on fait tourner cette cuvette autour de son axe en la vissant, elle descend dans le mercure qui monte par le tube et forme dans le fond de cette cuvette la surface réfléchissante sur laquelle on pointe la lunette. Une vis dont la tête émerge de la cuvette sert de robinet, pour boucher l'ouverture de passage du mercure afin d'empêcher, dans l'intervalle des obser-



vations, l'introduction de la poussière. La couche de mercure ainsi introduite, étant puisée par le tube au-dessous de la surface du bain, est dégagée de toute impureté et donne de très belles images.

Quant aux trépidations du sol, elles se trouvent complètement annulées par le *demi*-flottage de la deuxième cuvette.

Pour que cet heureux effet se produise, il faut en effet que le pas de vis ne soit ni trop serré ni trop lâche. Trop serré, il rendrait les deux cuvettes solidaires, ne formant qu'un seul corps rigide, et alors les vibrations se transmettraient comme dans un bain ordinaire; si au contraire l'écrou est trop lâche, ce qui revient à laisser flotter librement la deuxième cuvette dans la première, les mouvements du sol se transmettent en produisant des ondulations plus lentes et plus longues; la cuvette supérieure, avec sa couche mince de mercure, semble alors dans un équilibre instable qui ne permet plus l'immobilité des images réfléchies.

Les essais ayant complètement réussi, nous allons remplacer par ce nouvel appareil tous les anciens bains de mercure de l'observatoire de Paris. Les rares observatoires qui restent encore placés dans l'intérieur des villes auront tout intérêt à l'adopter.

Le nouvel aqueduc de New-York.

Les travaux du nouvel aqueduc souterrain qui doit amener les eaux du lac du Croton au réservoir du Central Park à New-York sont déjà commencés depuis quelques mois et poussés avec la plus grande activité. A une certaine profondeur sous le sol, au-dessous des champs, des prairies et des bois, à la lueur d'innombrables lampes de mineurs et de lampes électriques, 6000 hommes travaillent jour et nuit à ce tunnel gigantesque, qui sera creusé en plein roc sur une longueur de plus de 45^{km}.

Pendant les vingt-quatre heures dont se compose le jour, le travail ne cesse jamais que deux heures, pour permettre aux 3000 ouvriers qui sont dans les galeries de sortir afin d'aller prendre leurs repas et se reposer, pendant que 3000 autres descendent dans les puits et vont les remplacer.

Des centaines d'excavateurs, mus par la vapeur ou par l'air comprimé, sont continuellement en mouvement, tandis que de puissantes machines font remonter les déblais à la surface, par les nombreux puits qui ont été creusés sur tout le parcours. Malgré cela les travaux ne pourront être terminés que dans deux ans; mais alors la ville de New-York sera abondamment alimentée d'eau pure et limpide. Ce sera le tunnel le plus long du monde et il aura coûté de 30 à 60 millions de dollars. Le tunnel du Mont-Cenis n'a que 12233^{m} de long et a coûté 15 millions de dollars, tandis que celui de Saint-Gothard, dont la longueur est de 14912^{m}, n'a pas coûté beaucoup plus.

Il est difficile de se faire une idée de la rapidité avec laquelle les travaux sont menés. L'entreprise est divisée en deux parties. De High Bridge à Tarrytown, ce sont les entrepreneurs O'Brien et Clarck qui en sont chargés, et de Tarrytown au lac Croton, ce sont MM. Brown, Howard et Cie; mais, en réalité, les travaux sont exécutés par des sous-entrepreneurs sous la direction et la responsabilité des entrepreneurs principaux.

Sur tout le parcours il y a 26 puits, et chaque sous-entrepreneur doit creuser la partie du tunnel qui lui est assignée et y construire la conduite d'eau en brique de pierre. Plus de 8000 hommes en tout sont employés aux travaux : 6000 sous le tunnel et 2000 à la surface.

Au fond de chaque puits les ouvriers travaillent dans deux directions différentes; les uns dans le sens du sud, les autres dans celui du nord, en sorte que les équipes se rencontrent vers le milieu de la distance entre chaque puits.

Malgré le nombre des ouvriers et les risques de toute sorte qu'ils courent, il ne s'est produit depuis le commencement des travaux, c'est-à-dire depuis le mois de janvier, qu'un seul acci-

dent, dans lequel deux ouvriers ont péri. Un médecin est spécialement attaché à l'entreprise; il est payé par les ouvriers qui versent chacun une cotisation de $0^{fr},50$ par mois tant pour ses honoraires que pour les remèdes qu'il est tenu de leur fournir. Comme on le voit, cette gigantesque entreprise est en bonne voie d'exécution.

Note sur la visibilité des hautes cimes,

Par M. E. THURY.

On sait que des environs de Lyon on peut voir nettement les Alpes dauphinoises et le mont Blanc (à 160^{km}) par un temps clair, et que la localité la plus éloignée de laquelle on puisse distinguer le point culminant des Alpes est le plateau de Langres (à 260^{km}). Les guides du mont Dore prétendent aussi voir les Alpes depuis le sommet du pic Sancy, à 310^{km}, mais le fait aurait besoin d'être vérifié par des personnes connaissant assez les montagnes pour ne pas confondre les *cumuli* avec des pics neigeux.

Dans les régions supérieures, l'air est particulièrement transparent en hiver, lorsque les nuages couvrent uniformément la plaine et les vallées jusqu'à une altitude de 900^{m} à 1200^{m}. Nous trouvant dans ces conditions au sommet de la Dôle (1678^{m}), au mois de janvier 1873, nous avons pu constater que tous les sommets à l'horizon étaient nettement visibles depuis le Pelvoux (4000^{m}), à 180^{km} au sud, jusqu'à la pointe du Santis (2504^{m}), qui à l'est se détachait encore très vivement en blanc sur un ciel bleu foncé à l'horizon, à la distance de 257^{km}. La vue embrassait ainsi, sur une longueur de plus de 260^{km}, tous les hauts sommets de la chaîne des Alpes.

Contrairement à ce qui a été observé en plaine, nous admettons que, dans les montagnes, le temps est généralement plus pur dans l'après-midi et que c'est au coucher du Soleil qu'on jouit de la plus belle vue sur les Alpes.

Voici quelques autres données sur le même sujet :

Le panorama du dôme de Milan comprend tous les sommets du mont Rose au mont Blanc (à 180^{km}). Celui de Chaumont (Jura neuchâtelois) s'étend des Clariden (150^{km}) au Grand Colombier (165^{km}). Enfin, les montagnes de la Corse se voient fréquemment au coucher du Soleil depuis la côte de Nice, à 200^{km}, assez nettement pour qu'on puisse reconnaître la forme conique du Monte-Rotondo. (Voir *Annuaire* du Club alpin français.)

Le Gérant : E. Cottin.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

21 FÉVRIER 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 308.

CONFÉRENCE DU 27 FÉVRIER

à 8h 30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

6° M. **Michel Bréal**, membre de l'Institut : *Comment doit-on apprendre les langues étrangères ?*

Président : M. **Wolf**, Membre de l'Institut.

Mort de M. Jamin.

Le Conseil de l'Association scientifique de France vient de faire une nouvelle perte bien douloureuse. M. J. Jamin, l'éminent physicien, est mort, à l'âge de 69 ans. Ses obsèques ont eu lieu le 15 février.

M. Jamin avait été élu Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences après la mort de J.-B. Dumas et il avait succédé à H. Milne Edwards, notre regretté Président, comme Doyen de la Faculté des Sciences.

Dans le prochain numéro du Bulletin nous publierons les discours prononcés sur sa tombe par M. J.-B. Bertrand, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et par M. Troost, de cette même Académie, tous deux membres de l'Association scientifique.

L'archéologie à Carthage.

CONFÉRENCE FAITE A LA SORBONNE LE 30 JANVIER,

Par M. Salomon REINACH.

Le temps n'a guère épargné les monuments de la civilisation phénicienne. Les grandes villes d'où elle a rayonné sur tout le bassin de la Méditerranée ne présentent plus que de

rares vestiges antiques à demi ensevelis sous les sables. Sans doute, leurs emplacements ne sont pas tous abandonnés : choisis avec un coup d'œil très sûr par un peuple de navigateurs et de commerçants, ils ont continué, pour la plupart, à être habités jusqu'à nos jours; mais les centres nouveaux se sont élevés aux dépens des villes antiques, et, comme l'a fait observer M. Renan, on n'a extrait en Syrie que bien peu de pierres de la carrière depuis quinze ou seize cents ans. Ç'a été la destinée des Phéniciens de travailler pour les autres, de servir d'intermédiaires entre le monde oriental et le monde gréco-romain, puis de disparaître presque entièrement de l'histoire après l'achèvement de leur tâche. La Grèce et l'Italie leur doivent l'alphabet phonétique, sans lequel nous ne posséderions ni Homère ni Virgile; mais il ne nous reste rien de la littérature phénicienne, si ce n'est quelques milliers d'*ex voto* et d'inscriptions funéraires. L'art grec naissant s'est inspiré des modèles que l'industrie des Phéniciens a créés ou que leur commerce a répandus; mais ces modèles ont presque tous péri, et il ne subsiste pas une seule œuvre d'art considérable, une seule grande statue, que l'on soit en droit d'attribuer aux Phéniciens.

L'archéologie moderne n'a pas marchandé ses efforts pour réparer cette injustice des siècles; elle a multiplié les fouilles et les recherches sur le territoire de la Phénicie et des colonies phéniciennes; elle a recueilli jusqu'aux moindres fragments de l'écriture et de l'art d'un peuple qui a joué un rôle si considérable dans l'histoire de l'art et de l'écriture. Il ne m'appartient pas de résumer les explorations récentes qui se sont étendues de la Syrie et de l'Égypte jusqu'aux côtes d'Italie, de France et d'Espagne (1); je voudrais seulement retracer un épisode de cette enquête collective sur le passé phénicien, où les savants français ont le droit de revendiquer une large part, et dont les résultats, en ce qui touche l'épigraphie, sont communiqués au monde des érudits par cet admirable recueil des inscriptions sémitiques publié sous la direction de M. Renan.

Je me propose de faire connaître brièvement ce que nous savons des monuments de Carthage, cette terre punique devenue terre française, où il reste tant de découvertes à faire, tant de problèmes à résoudre, mais où les premiers coups de pioche ont donné des résultats assez sérieux pour encourager les explorateurs de l'avenir.

I.

Quand Salluste, au commencement de sa *Guerre de Jugur-*

(1) Voyez à ce sujet le beau volume de MM. Perrot et Chipiez, *la Phénicie et Chypre*. Paris, Hachette, 1885.

tha, énumère les colonies phéniciennes de la côte d'Afrique, il se contente de nommer Carthage, aimant mieux n'en rien dire que d'en dire trop peu : *Nam de Carthagine silere melius puto quam parum dicere* (1). Je suivrai cet exemple, et ne vous parlerai pas des vicissitudes politiques d'une ville dont la constitution et l'histoire ne se prêtent pas à un exposé rapide. Rappelons seulement quelques faits et quelques dates qui éclairent ce qu'on pourrait appeler l'histoire monumentale de Carthage.

Fondée vers l'an 800 avant J.-C. par des colons de Tyr, *Kart-Hadast*, « la ville nouvelle », ne tarda pas à devenir le centre des établissements phéniciens en Afrique, dont quelques-uns, comme Utique, Hadrumète et Leptis, étaient certainement de fondation plus ancienne. Son empire s'étendit peu à peu, vers l'est jusqu'aux autels des Philènes, comprenant la Tunisie et une partie de la Tripolitaine actuelles, vers l'ouest jusqu'aux colonnes d'Hercule, comprenant l'Algérie et une partie du Maroc; mais le territoire propre de Carthage, placé sous la dépendance directe de la ville, ne différait guère de la Régence actuelle de Tunis. La puissance maritime de Carthage se développa particulièrement à l'époque où le commerce des Grecs commença à faire une rude concurrence au commerce phénicien dans la mer Égée, et c'est la nécessité de protéger son commerce, de lui assurer des ports de refuge et de ravitaillement, qui engagea Carthage dans des entreprises de conquête sur la Sardaigne, la Corse et la Sicile. Dès 509 avant J.-C., elle entra en relations diplomatiques avec Rome par un traité de commerce que nous a conservé Polybe (2). En 264, les deux républiques en vinrent aux mains pour la possession de la Sicile, qui fut enlevée à Carthage après une guerre de vingt-trois ans. Annibal faillit la venger et fit trembler Rome jusque dans ses murs; mais cette seconde guerre se termina par un désastre qui mit Carthage à la merci de sa rivale. Épuisés eux-mêmes par une lutte terrible de dix-sept ans, les Romains n'osèrent pas pousser à bout leur victoire; ce n'est qu'un demi-siècle après, en 150, qu'ils commencèrent sans motifs une guerre nouvelle inspirée par le *delenda Carthago* du vieux Caton. Malgré une résistance héroïque, Carthage fut prise d'assaut, incendiée et détruite (3). De solennelles imprécations vouèrent aux dieux infernaux l'emplacement où ses ruines fumaient encore.

Toutefois, sa position était si belle, son territoire si fertile,

---

(1) Salluste, *Jugurtha*, ch. xix.

(2) Polybe, III, 22.

(3) Une étude critique du siège de Carthage, qui présente encore bien des obscurités de détail, a été donnée par Tissot, *Géographie de l'Afrique romaine*, t. I, p. 613-633. Hachette.

son port si vaste et si sûr, qu'elle ne resta pas longtemps abandonnée; vingt-quatre ans après sa destruction, une colonie romaine y fut établie par Caïus Gracchus. Au début, cette colonie ne prospéra point : mais Auguste, s'inspirant des volontés de César, lui accorda de grands privilèges, et la nouvelle Carthage, à l'époque de Tibère, était déjà la plus peuplée des villes de l'Afrique. Cette Carthage romaine, aussi riche et moins redoutable que la Carthage punique, devint, au IVe siècle, la troisième ville de l'empire; cependant les Romains, par un reste de défiance, lui défendirent de relever ses murailles, et ce ne fut qu'en 424, à l'époque de Théodose II, sous la menace des grandes invasions, qu'elle put s'entourer d'une nouvelle enceinte. Comme son ancienne rivale, elle fut pourtant emportée par la tourmente. Conquise successivement par les Vandales et par les Byzantins, Carthage, bien que déchue, était encore une ville importante au VIIe siècle; mais en 698 elle fut prise et saccagée par Hassan et disparut peu à peu pour ne plus se relever de ses ruines.

Les Arabes abandonnèrent son emplacement pour s'établir à Tunis, au fond d'un lac peu profond qui leur ouvrait la mer en même temps qu'il les protégeait contre les attaques des flottes chrétiennes. Carthage ne fut plus qu'une vaste carrière. Ce n'est pas la ville de Tunis seulement qui lui a emprunté ses matériaux de construction; de toutes les régions de la côte d'Afrique, de la Sicile, de l'Italie et de la Corse, on vint y prendre des pierres et des marbres de prix. « Aucun navire ne quitte Carthage, dit le géographe arabe Edrisi, sans charger des quantités considérables de marbres. » La cathédrale de Pise paraît avoir été élevée avec des matériaux carthaginois. Cet état de choses a subsisté pendant des siècles et dure encore : c'est avec des pierres provenant de nos fouilles de Carthage qu'a été pavée, en 1884, la route de la Goulette à El Marsa. Maintenant que les grandes pierres et les marbres ont presque tous disparu, on se contente d'enlever les menus matériaux, qui forment une couche épaisse de 4^m à 5^m au-dessous du sol actuel de Carthage.

La destruction de tant de monuments ne s'est pas accomplie en un jour, et les géographes arabes du moyen âge ont pu nous transmettre quelques renseignements sur des édifices dont il ne subsiste aujourd'hui que les fondations. Malheureusement leurs descriptions sont courtes ou vagues, et, quand les voyageurs européens commencèrent à pénétrer en Tunisie, la plupart des monuments étaient déjà réduits au niveau du sol. Nous ne pouvons rappeler les noms de tous ceux qui ont visité et décrit, depuis deux siècles, l'emplacement de la ville punique; celui qui a le plus contribué à le faire connaître est le capitaine danois Falbe, qui dressa, en 1833,

le meilleur plan de Carthage que l'on possède ([1]). Mais nous devons une mention aux explorateurs courageux qui ont commencé l'étude scientifique du sous-sol de Carthage, aux auteurs des premières fouilles qui se soient proposé un autre but que la découverte de pierres de tailles et de marbres précieux ([2]).

En 1837, à l'instigation de Dureau de la Malle, auteur d'un livre consciencieux sur la topographie de Carthage, il se forma, à Paris, une société pour l'exploration archéologique de cette ville. Dureau de la Malle conseillait surtout de fouiller l'emplacement du sanctuaire de Junon Céleste, pensant que la valeur des antiquités que l'on y pourrait recueillir couvrirait, et au delà, les frais de l'exploration. La société se composait de Raoul-Rochette, Pourtalès, Falbe, Temple et plusieurs amateurs et collectionneurs éclairés, en tout 18 personnes, qui réunirent un capital de 23600fr ([3]). Temple et Falbe obtinrent que la société étendrait ses recherches à tout le nord de l'Afrique, où les progrès de notre armée frayaient la route aux archéologues. Ils partirent immédiatement pour l'Algérie et suivirent les généraux Damrémont et Perregaux dans l'expédition de Constantine, date mémorable non seulement dans l'histoire de la conquête de l'Algérie, mais dans celle de l'épigraphie romaine, qui lui doit quelques-unes de ses découvertes les plus précieuses. De là, Temple et Falbe allèrent à Carthage et y opérèrent quelques fouilles; ils recueillirent des inscriptions, une mosaïque et un fragment de peinture à fresque. Mais cette entreprise devait être éphémère comme tant d'autres du même genre; après avoir publié un volume sur les résultats de sa première campagne, la société pour l'exploration de Carthage n'a plus fait parler d'elle. C'était le moment ou l'Algérie commençait à livrer ses trésors épigraphiques, et l'attention des archéologues se détourna momentanément de la Tunisie.

En 1830, le bey de Tunis avait fait don à la France d'une parcelle de terrain située au sommet de la colline de Byrsa, l'ancienne acropole de Carthage, où une tradition, probablement erronée, voulait que saint Louis eût rendu le dernier

---

([1]) Ce plan, dont l'édition originale est devenue rare, a été reproduit dans la *Mission à Carthage* de M. de Sainte-Marie. Leroux, 1885.

([2]) Les premières recherches topographiques sur les ports de Carthage sont dues au comte Camille Borgia; il prit la fièvre en travaillant dans la vase et alla mourir à Livourne. Cf. Beulé, *Fouilles et découvertes*, t. II, p. 47. Didier.

([3]) Cf. le volume intitulé : *Excursions dans l'Afrique septentrionale par les délégués de la Société établie à Paris pour l'exploration de Carthage*. Paris, 1838.

soupir ([1]). On y éleva, en 1842, une chapelle d'assez mauvais goût, ornée d'une statue en marbre de saint Louis que les soldats tunisiens traînèrent depuis la Goulette jusqu'au sommet de la colline. Suivant une légende locale, populaire parmi les Arabes, saint Louis mourant se serait converti à l'islamisme, et sa mémoire n'est pas moins respectée des musulmans que des chrétiens. L'établissement de cette chapelle donna lieu à quelques fouilles qui amenèrent la découverte de diverses inscriptions et de fragments d'architecture : ce fut le noyau du Musée actuel de Saint-Louis, qui devait être considérablement enrichi plus tard par les recherches de Beulé et du P. Delattre.

De 1856 à 1858, Nathan Davis, chapelain anglican à Tunis, opéra de nombreuses fouilles partielles sur l'emplacement de Carthage, aux frais et au profit du *British Museum*. Malheureusement il cherchait surtout des objets à emporter, et comme il était dépourvu de toute éducation scientifique, la relation qu'il a laissée de ses travaux est à la fois confuse et inexacte ([2]). Il envoya à Londres plusieurs statues romaines, d'intéressantes mosaïques et un bon nombre d'ex-voto puniques et d'inscriptions latines. Ces fouilles d'amateur étaient à peine achevées lorsque Beulé arriva à Carthage, après un fructueux voyage en Algérie. Au mois de février 1859, il commença des fouilles sur l'acropole de Byrsa, où il découvrit de nombreux vestiges des travaux de fortification puniques, des fragments du temple d'Esculape et une rangée d'absides ayant fait partie d'un grand monument situé au pied de la chapelle de Saint-Louis. Dans l'automne de la même année, il explora la nécropole du Djebel-Kaoui, au nord de Carthage, et étendit ses recherches aux anciens ports. Beulé a résumé les résultats de ses fouilles dans un ouvrage savant et de forme agréable, qu'on lira toujours avec fruit, bien qu'il ne soit pas exempt de témérités ([3]). Il avait conduit les travaux à ses frais, sans recevoir le moindre subside du gouvernement, et s'il n'a pas été le premier à fouiller Carthage, c'est à lui que revient l'honneur d'avoir interrogé pour la première fois le sous-sol de la ville punique avec le goût d'un artiste et les préoccupations d'un savant.

Beulé écrivait en 1859 : « Ce que la France a fait en Égypte, à Ninive, à Babylone, à Olympie, à Athènes, pourquoi ne le ferait-elle pas aussi à Carthage, sur un territoire qui lui appar-

---

([1]) L'acte de cession fait partie du traité signé avec le bey de Tunis par M. Mathieu de Lesseps, le 8 août 1830.

([2]) Davis, *Carthage und her remains*, London, 1861. C'est un fort méchant livre, auquel on a fait l'honneur immérité d'une traduction allemande.

([3]) Beulé, *Fouilles de Carthage*, Klincksieck, 1861 ; voy. aussi ses charmantes *Lettres de Carthage*, dans *Fouilles et Découvertes*, t. II, p. 1-72.

tient? » Il ne s'agissait, dans l'esprit de Beulé, que d'explorer complètement tout le plateau de Byrsa, concédé par le bey de Tunis à la France; mais ses paroles ne furent malheureusement pas entendues. Quelques années après, l'ingénieur Daux entreprit des recherches topographiques, par ordre de l'empereur Napoléon III, à Utique, à Carthage et à Hadrumète; il fit plutôt des sondages que des fouilles et ne s'appliqua qu'à restituer, avec une hardiesse souvent excessive, les ouvrages de défense des anciennes villes phéniciennes. Ce n'est qu'en 1873 que les travaux de Beulé furent repris par un interprète du consulat de France à Tunis, M. de Sainte-Marie, aujourd'hui consul à Salonique; il découvrit, entre l'acropole et le rivage, des milliers d'ex-voto puniques, transportés depuis à la Bibliothèque nationale, des inscriptions grecques et latines, les ruines d'un sanctuaire de Sérapis et plusieurs statues romaines. Les fouilles de M. de Sainte-Marie ont augmenté dans des proportions inespérées le nombre des textes connus de l'épigraphie carthaginoise et ouvert aux recherches ultérieures un filon qui n'est pas encore près d'être épuisé.

L'enceinte de Saint-Louis, possédée depuis 1830 par la France, était comme le commencement et le gage d'une conquête pacifique qui ne devait pas tarder à s'accomplir. Au mois de mai 1881, ces champs déserts où dorment ensevelies les ruines de Carthage étaient réveillés par le son des clairons et le frémissement d'une armée en marche. Un général français datait ses ordres du jour du « camp de Carthage ». Hannibal, vingt siècles auparavant, n'avait pas eu d'alliés plus fidèles que les Gaulois, qui avaient prodigué leur sang pour sa cause sur les champs de bataille de Trasimène et de Cannes; aujourd'hui c'étaient les fils des Gallo-Romains qui venaient camper dans la patrie d'Hannibal, et, bien qu'ils arrivassent en vainqueurs, ils ne venaient pas en ennemis. Ils venaient rendre la prospérité et la paix à ces fertiles régions si longtemps livrées au despotisme, au pillage, à l'arbitraire; ils allaient bientôt poursuivre avec ardeur une tâche commencée par la France quarante ans plus tôt, celle de rendre à la lumière ce qui reste des ruines de Carthage et d'y recueillir pieusement les débris des civilisations passées.

Depuis la construction de la chapelle de Saint-Louis, un aumônier français avait résidé à Carthage, et l'enceinte de la chapelle était devenue un petit musée où les objets découverts par Beulé avaient trouvé place. En 1881, au moment de l'occupation française, le cardinal Lavigerie, archevêque d'Alger, fit construire sur le plateau de Byrsa, en arrière de la chapelle de Saint-Louis, un collège français, transformé depuis en couvent; les travaux de déblais entrepris à cette occasion amenèrent de nouvelles découvertes, et une salle du collège

fut aménagée en musée ([1]). Modeste à ses débuts, cette collection n'a cessé d'augmenter par suite des fouilles que le P. Delattre, aumônier de Saint-Louis, a dirigées depuis 1881 sur plusieurs points du sol de Carthage. Elle compte aujourd'hui près de dix mille objets ([2]), parmi lesquels une grande collection de lampes, de mosaïques, et de beaux fragments de marbre, tous découverts au cours des fouilles ou achetés aux Arabes des environs. Les principales recherches du P. Delattre ont porté sur l'ouest de la ville antique, où il a exploré le cimetière des esclaves et des affranchis du procurateur impérial ([3]), et sur le nord, où il a dégagé plusieurs basiliques, qui comptent parmi les plus anciens édifices du monde chrétien ([4]).

Dès 1853, époque à laquelle il résidait à Tunis en qualité d'élève consul, Charles Tissot avait formé le projet de pratiquer des fouilles profondes à Carthage ([5]). Le manque de ressources d'abord, puis le fardeau de ses occupations diplomatiques, et enfin le mauvais état de sa santé l'empêchèrent de prendre lui-même la direction de ces travaux, qui furent le rêve irréalisé de toute sa vie. A la fin de 1883, Tissot avait terminé le manuscrit de son grand ouvrage sur la géographie de l'Afrique romaine, dont un volume a déjà paru depuis sa mort ([6]); il désirait ardemment partir pour l'Afrique afin de commencer l'exploration de Carthage; mais les progrès de son mal l'avaient paralysé et il ne put même pas, comme il l'avait souhaité trente ans plus tôt, aller mourir sur cette terre d'Afrique qui lui était chère. Il nous chargea, M. Babelon et moi, de la direction des premières fouilles, en nous conseillant surtout de pratiquer une grande tranchée très profonde pour atteindre le sol vierge à travers les débris accumulés des époques byzantine, vandale, romaine et punique. Nous avons fait creuser aux mois de février et de mars 1884 trois grandes tranchées longues de 200^{m}, entre l'Acropole et le rivage, et nous avons partout atteint le sol vierge à des profondeurs variant de 5^{m} à 8^{m}. Nos fouilles ont donné quelques monuments archéologiques curieux et plusieurs centaines de nou-

([1]) Cf. Lavigerie, *De l'utilité d'une mission archéologique permanente à Carthage*. Alger, 1881 (non dans le commerce).

([2]) Au mois d'avril 1881, le cardinal Lavigerie en comptait 6847 (*De l'utilité*, etc., p. 11).

([3]) Cf. Lavigerie, *Op. laud.*, p. 31 et suiv.; Mommsen, dans les *Mélange Graux*, Paris, 1884, p. 505-513.

([4]) Voy. le *Bulletin du Comité des travaux historiques*. Paris, 1885-1886.

([5]) Cf. la biographie de Charles Tissot, que nous avons publiée en tête de ses *Fastes de la province d'Afrique*. Paris, Klincksieck, 1885.

([6]) Tissot, *Géographie de l'Afrique romaine*. Paris, Hachette, 1885.

veaux ex-voto puniques, découverts à l'endroit même que M. de Sainte-Marie avait exploré en 1874; mais elles ont surtout eu pour résultat de prouver d'une manière certaine que, malgré les dévastations exercées par les chercheurs de pierres, le sous-sol de Carthage est encore presque intact à une profondeur moyenne de 4m. Immédiatement au-dessous du sol romain, sur une profondeur d'un demi-mètre et davantage, s'étend une couche de débris calcinés, témoin irrécusable du vaste incendie qui dévora Carthage à la fin de la troisième guerre punique. Plus bas, on reconnaît les fondations des maisons, les alignements des rues, les citernes et les puits parfaitement conservés. Le jour où le hasard ferait passer une tranchée profonde sur l'emplacement d'un temple punique, qui peut dire combien de découvertes imprévues renouvelleraient en un jour notre connaissance de l'antiquité carthaginoise!

En 1885, des travaux de M. Vernaz, aux environs des citernes de Bordj Djedid, ont donné des résultats curieux sur la distribution des eaux et fait découvrir des tombes phéniciennes au nombre de plus de vingt (1).

Ici doit s'arrêter notre historique : il suffit à montrer que l'on n'a jamais remué le sol de Carthage sans lui arracher quelque secret. J'ajoute que les terrains explorés sérieusement ne forment pas la centième partie de la ville proprement dite, de la partie la plus peuplée de l'ancienne Carthage comprise entre Byrsa et les ports.

II.

Je me propose maintenant d'esquisser en peu de mots la topographie de Carthage et d'appeler l'attention sur quelques monuments remarquables conservés à la surface du sol ou exhumés au cours des fouilles depuis vingt-cinq ans.

Carthage est comme une sentinelle avancée de l'Afrique, à portée de la Sicile, de l'Italie, de la Sardaigne, de la Gaule, sur la grande route commerciale qui, traversant la Méditerranée dans toute sa longueur, conduit de l'Asie Mineure au détroit de Gibraltar. La ville est située au fond d'un golfe, dont Bizerte et Utique gardent l'entrée du côté de l'ouest, et qui est protégée, à l'est, par la presqu'île du cap Bon. Elle est construite sur un isthme facile à défendre, borné au sud par le lac de Tunis, au nord par la Sebkha de Soukara, qui, aux époques punique et romaine, faisait encore partie du golfe d'Utique. Une langue de terre étroite, que les anciens appelaient *tœnia,* conduit de Carthage aux rivages d'Hammam el Enf, à l'est du lac de Tunis. C'est au milieu de cet isthme

(1) Voir l'*Indépendant tunisien* du 26 avril 1885.

qu'est situé le port de la Goulette, où l'on débarque aujourd'hui pour se rendre à Tunis; un chemin de fer conduit en une demi-heure à la capitale de la Régence en coupant la partie méridionale des ruines de Carthage.

Trois villages modernes se sont élevés sur l'emplacement de la ville antique, dont ils n'occupent d'ailleurs qu'une faible partie : ce sont Doar-Chott, « le village du lac », à l'ouest, Sidi-Bou-Saïd, sur une haute colline au nord-est, et El Marsa vers le nord. Ce dernier est moins un village qu'une agglomération de palais, de casernes et de jolies maisons de campagne où le bey de Tunis, les agents diplomatiques et les riches Tunisiens viennent chercher le frais pendant l'été. La partie la plus peuplée de l'ancienne Carthage, entre la citadelle et les ports, est tout entière livrée à la culture; quelques palais modernes s'élèvent seuls sur le rivage. Il faut, pour considérer cette région, se placer sur le sommet de la colline de Saint-Louis, l'ancienne Byrsa, à 63^{m} de hauteur au-dessus du niveau de la mer. On voit à ses pieds les deux ports de Carthage, sur la gauche de ceux-ci le palais et les bains du bey, au fond le golfe de Tunis, avec les montagnes du Bou-Kourneïn et du Djebel-Reças à l'horizon. Le spectateur a derrière lui la chapelle de Saint-Louis, avec le cloître attenant, et les profondes tranchées ouvertes par Beulé, qui ont dégagé sept absides adossées au mur du péribole du temple d'Esculape. Ces salles voûtées en cul-de-four ont fait partie du palais proconsulaire ou peut-être de la bibliothèque publique de Carthage. La chapelle elle-même couvre en partie l'emplacement du temple d'Esculape, dont Beulé a retrouvé des fragments aujourd'hui encastrés dans le mur d'enceinte de Saint-Louis. Travaillés avec beaucoup de goût, ils appartiennent pour la plupart à la meilleure époque de l'architecture romaine.

Une colline voisine de Byrsa, vers le nord-est, marque peut-être l'emplacement du temple de Junon Céleste, la principale divinité de Carthage; mais, de toutes les splendeurs de son sanctuaire, on n'a encore découvert aucun vestige. Laissons de côté, dans ce rapide examen, les hypothèses et les identifications des archéologues pour considérer seulement ce que le temps a épargné ou ce que les fouilles nous ont rendu.

Si l'on descend de la colline de Saint-Louis vers la mer, on rencontre à moitié chemin la grande tranchée, longue de 150^{m}, que nous avons pratiquée dans la plaine en 1884 [1]. Plus loin, vers le nord, est notre seconde tranchée, creusée sur l'emplacement d'une sorte de remblai artificiel où M. de

---

[1] Pour la description de cette tranchée, voir le *Bulletin du Comité des travaux historiques* de 1886.

Sainte-Marie et nous-mêmes avons découvert par centaines des ex-voto puniques « à la grande dame Tanit, face de Baal ». A cet endroit, il a fallu descendre jusqu'à 8^m pour trouver le sol vierge. Au milieu de fondations d'édifices bien conservés et de grandes citernes, nous avons déblayé une construction d'aspect étrange, formée de blocs énormes longs de 2^m, et dont l'entrée, du côté de la mer, ressemble à un fronton. L'intérieur est une cuve elliptique profonde, parfaitement cimentée; elle paraît avoir servi de citerne, et la construction en est incontestablement carthaginoise.

En descendant encore vers le rivage, nous traversons, dans le voisinage du palais de Mustapha-ben-Ismaïl, l'emplacement du forum, une des mines inépuisables des chercheurs de pierres, mais qui n'a pas encore été explorée avec méthode. Entre le palais de Mustapha-ben-Ismaïl et celui du Bey, qui s'avance sur un petit promontoire, le rivage est couvert de restes de quais et de monticules de décombres. Le palais du Bey domine l'ensemble des deux ports. Bien qu'ensablés et réduits à l'état de marais, ces ports, creusés de main d'homme, laissent encore reconnaître la disposition des deux bassins puniques d'où sont sorties les plus puissantes flottes de l'antiquité. Le port circulaire ou Cothon, au milieu duquel se trouve une île qui portait le palais de l'amiral, ne communique pas directement avec la mer; un goulet étroit conduit du Cothon au port marchand, qui avait la forme d'un hexagone allongé et aboutissait à la mer par un canal aujourd'hui obstrué. Une chaussée a été jetée à travers le milieu du port marchand pour mettre le palais du Bey en communication avec le village de Doar-Chott. A la fin de la troisième guerre punique, comme Scipion avait fermé l'entrée du port marchand au moyen d'une digue dont les restes subsistent encore, les Carthaginois creusèrent une ouverture qui conduisait directement du port militaire à la mer, et c'est par là que sortit un jour, à la stupéfaction et à la terreur des Romains, une flotte nouvelle construite à la hâte dans le bassin intérieur qui échappait à la vue des assiégeants. Les traces de ce travail sont encore reconnaissables sous la forme d'une dépression entre le port circulaire et le rivage. Quant aux arsenaux et aux portiques qui bordaient les ports, au palais de l'amiral, aux cales de navires dont parle Appien, c'est à peine si Beulé a pu en retrouver quelques traces au cours de fouilles malheureusement trop sommaires entreprises avec des ressources insuffisantes, mais qu'il appartient à l'avenir de reprendre et de terminer.

Tandis que les palais et les fortifications s'écroulent, ou sont rasés jusqu'au sol par un ennemi implacable, les travaux d'utilité publique échappent à la destruction, parce que le

vainqueur en a besoin non moins que le vaincu. Il n'y a pas de rivière à Carthage; cette ville, qui a peut-être abrité un demi-million d'hommes, devait donc, pour se procurer de l'eau, construire un nombre considérable de citernes. En effet, il n'est pour ainsi dire pas un coin de Carthage où l'on ne trouve aujourd'hui des citernes; au cours de nos fouilles, nous en avons exhumé plus de vingt. L'eau y descendait des terrasses des maisons, qui étaient bétonnées à cet effet. Mais Carthage possédait aussi des citernes publiques, dignes de son étendue et de sa magnificence, et c'est sans doute pour ne rien perdre de l'eau du ciel que ses rues étaient pavées de larges dalles, *strata viarum*, munies de conduits qui portaient les eaux dans les réservoirs de la ville basse.

Deux groupes de citernes colossales ont subsisté jusqu'à ce jour; les unes, situées à El Malka, au nord de Saint-Louis, servent depuis plusieurs siècles d'habitations ou d'écuries aux Arabes et sont fort endommagées; les autres, situées à l'est, tout près de la mer et du fort de Bordj-Djedid, sont dans un état de conservation qui surprend et confond les visiteurs. Qu'on se figure deux rangées d'énormes bassins elliptiques communiquant entre eux, couverts de voûtes puissantes où une large ouverture donne passage aux eaux de pluie; les parois de ces bassins sont enduites de plusieurs couches de ciment dont la solidité a défié et défiera encore bien des siècles. Il y a en tout dix-huit bassins de ce genre, mesurant chacun 30^{m} de long et $7^{m},50$ de large, sur 12^{m} de hauteur depuis le fond jusqu'à l'extrados des voûtes. Un chemin de ronde pratiqué tout autour permettait de les surveiller et de les curer. Aux quatre angles et au milieu se trouvent six filtres circulaires recouverts par des coupoles, où les anciens explorateurs ont cru, par une erreur assez comique, reconnaître les demeures des gardiens des citernes. A l'heure actuelle, les bassins sont encore à moitié pleins d'eau, et des études se poursuivent en vue de les utiliser pour l'alimentation de la Goulette.

C'est au cours de ces travaux préliminaires qu'on a découvert, en 1885, un aqueduc souterrain, large de $1^{m},70$ sur $3^{m},50$ de hauteur et long d'environ 300^{m}, qui faisait communiquer les citernes avec des Thermes dont les ruines confuses se voient sur le bord de la mer.

On s'est demandé souvent si la construction de ces citernes pouvait être attribuée aux Carthaginois, et si l'emploi de la voûte qu'on y constate n'obligeait pas de les rapporter à l'époque romaine. Il paraît aujourd'hui établi que les Romains n'ont fait que restaurer et remanier ces réservoirs, dont les Carthaginois ont pu trouver les modèles en Sicile et sur les côtes d'Italie. Ils sont probablement contemporains du plus

grand développement de la puissance carthaginoise vers le commencement de la première guerre punique.

Ces citernes, quelque vastes qu'elles fussent, ne suffirent point à la Carthage romaine. Sous le règne d'Hadrien, il y eut une sécheresse de cinq ans dont la province d'Afrique et sa capitale souffrirent beaucoup. Le prince voyageur, qui passa le temps de son règne en inspections fécondes, se rendit à Carthage avec le cortège d'architectes, de géomètres, de savants de toute sorte qui l'accompagnait dans ses tournées provinciales. C'est alors sans doute que fut décidée la construction de ce gigantesque aqueduc qui amène à Carthage, jusqu'aux citernes d'El Malka, les eaux limpides du Zaghouan et de Djougar. Les conduites d'eau établies à cette époque et restaurées en 1860 servent aujourd'hui à l'alimentation de Tunis ([1]). L'aqueduc, long de 132^{km}, dont les arcades s'élèvent par endroits à la hauteur de 40^{m} au-dessus du sol, subsiste encore sur une grande étendue de son parcours; aux environs immédiats de Tunis, il a malheureusement eu à supporter depuis des siècles les dévastations d'un vandalisme qu'on se décide tardivement à réprimer. Rien n'est plus grandiose que ces puissantes arcades, encore embellies et ennoblies, si l'on peut dire, par la majesté des siècles qu'elles ont vaincus, se profilant, dans la plaine de l'Oued-Melian, sur l'azur du ciel africain, témoignage éloquent de la sollicitude de Rome pour les provinces qu'elle avait soumises à son empire :

Profuit et victis, te dominante, capi ([2]).

Il faudrait s'engager dans des discussions très compliquées si l'on voulait étudier les différentes enceintes de Carthage et rétablir par la pensée les fortifications de la ville punique d'après les vestiges trop effacés qu'elles ont laissés à la surface du sol. Nous ne le tenterons pas; nous ne décrirons pas non plus ce qui reste des Thermes, du cirque, du théâtre, de l'amphithéâtre, des basiliques, car ce ne sont plus guère que des fondations, ou même des ondulations de terrain qui en marquent la place. Nous ne pouvons songer davantage à énumérer toutes les œuvres d'art que le hasard ou les travaux d'excavation ont arrachées au sol de Carthage, et dont les plus remarquables, une tête colossale de Lucille ([3]) et un masque punique en terre cuite ([4]), appartiennent depuis longtemps au Musée du Louvre. Contentons-nous de signaler, parmi une moisson si

---

([1]) Voyez le travail publié à ce sujet par M. Caillat, dans la *Revue archéologique*, 1873, t. II, p. 292.

([2]) Rutilius, *Itinéraire*, p. 64.

([3]) Gravée dans la *Revue archéologique*, 9e année, pl. 184.

([4]) Gravé dans Perrot et Chipiez, *la Phénicie et Chypre*, fig. 340.

abondante, quelques œuvres peu connues et récemment découvertes, pour donner une idée des espérances que l'on peut fonder sur une exploration méthodique du sous-sol de Carthage.

Rien n'est plus rare, dans nos musées, que les œuvres d'art d'époque punique. Il faut, pour en découvrir, pénétrer à une grande profondeur, ce que peu d'explorateurs ont eu le moyen de faire jusqu'à présent. Nous avons eu le bonheur de trouver en 1884, sous plus de 4^m de décombres, un masque en terre cuite haut de $0^m,11$, portant des traces encore vives de peinture, qui n'est certainement pas de travail romain. L'original a été déposé par nous à la Bibliothèque Nationale. Le style de cet objet trahit l'influence de l'art grec archaïque de la Sicile, tel qu'on le reconnaît sur certaines monnaies puniques où est figurée une tête de profil. Les artisans de Carthage empruntèrent leurs modèles à l'île grecque voisine, comme ses généraux lui dérobèrent des statues de marbre que Scipion, en 146, s'empressa de restituer aux villes siciliennes. Le musée de Saint-Louis possède un masque égyptisant, découvert par le P. Delattre à une profondeur de 8^m, qui était sans doute destiné, comme le nôtre, à être suspendu au mur intérieur de quelque temple (¹). Sur l'acropole de Carthage, le P. Delattre a trouvé également, dans un très ancien tombeau punique, un collier égyptien composé de cinquante et une perles rondes et de six amulettes; la colline voisine, dite de Junon Céleste, a fourni au même explorateur un scarabée égyptien en terre cuite portant le prénom de Thoutmès III (²). Ce sont là des objets d'importation, qui témoignent des relations de Carthage avec l'Égypte, comme les antiquités phéniciennes trouvées en Étrurie attestent, à une époque très ancienne, les rapports commerciaux de Carthage avec l'Italie.

Il existe à Saint-Louis toute une série de terres cuites carthaginoises, où l'on reconnaît, à côté d'objets de style grec et de fabrication locale, des motifs fréquents en Égypte et en Asie Mineure, dont les coroplastes carthaginois se sont inspirés. Cette tendance à l'éclectisme, cet esprit d'assimilation qui caractérisait l'art phénicien de l'Orient, paraît être aussi le trait dominant de l'industrie punique, comme le prouvent d'ailleurs les ex-voto à Tanit, où nous trouvons des formes architecturales manifestement empruntées à l'art grec.

L'enceinte et le musée de Saint-Louis renferment quelques statues en marbre de travail romain qui appartiennent à la meilleure époque de l'art impérial. Peut-être même faut-il voir

---

(¹) Cf. Delattre, *Objets archéologiques exposés à Amsterdam*, Tunis, 1883, p. 19, n° 2522.

(²) *Ibid.*, n°ˢ 2521 et 2523; *Bulletin des Antiquités africaines*, 1885, p. 241 et suiv.

une œuvre grecque dans une magnifique tête de femme, sans doute la Junon Céleste, qui porte encore des traces de dorure. Le joyau de la collection est le buste d'un jeune prince de la famille d'Auguste, voilé en pontife, dont l'expression souriante et l'air candide ont été admirablement rendus par le sculpteur. L'artiste anonyme a fait vivre dans ce marbre les grâces rêveuses de la jeunesse, et, tout en donnant aux traits un caractère individuel bien marqué, il a créé une œuvre idéale autant qu'un portrait. D'autres bustes représentent des princesses et la famille impériale, entre autres Octavie, la sœur d'Auguste, bien reconnaissable à sa maigreur maladive et à la disposition de sa chevelure, relevée en touffes sur le haut du front ([1]).

A côté de ces œuvres de la statuaire, le musée de Saint-Louis renferme plus de cinq cents lampes païennes ou chrétiennes et quelques mosaïques importantes, dont l'une représente la Vierge martyre, sainte Perpétue, tenant en main la palme de la victoire, suivant le mot de Tertullien : *Ergo vincimus cum occidimur* ([2]). On a exhumé à Carthage, il y a quelques années, une mosaïque considérable, encore inédite, qui appartient aujourd'hui au général Bakouch; les Arabes, au moment de la découverte, l'appelèrent la *diffa,* c'est-à-dire le repas de bien-venue que la tribu sert au voyageur. On y voit des esclaves portant les apprêts d'un festin, une corbeille de fruits, un plat chargé de mets, un encensoir; le dessin des figures rappelle le style des peintures pompéiennes.

Mais la mosaïque la plus importante que l'Afrique ait fournie depuis longtemps a été découverte en 1881, par des soldats français, à Hammam-el-Enf, dans la banlieue de Carthage. Bien qu'elle ait été détruite en partie par ceux qui voulaient la détacher, elle n'est pas perdue pour la science, grâce à une excellente aquarelle à l'échelle exécutée lorsqu'elle était encore intacte. L'intérêt de cette œuvre d'art n'est pas seulement dans l'ensemble de la décoration, mais dans les détails et surtout dans les inscriptions latines qu'elle porte. L'édifice dont elle ornait la salle principale est une synagogue, construite probablement au IVe siècle de notre ère. M. Renan, qui a étudié les inscriptions et la mosaïque ([3]), a fait remarquer le curieux mélange de symbolique chrétienne et de symbolique juive qui caractérise ce monument, le chandelier à sept branches dans les cartouches de part et d'autre de la dédicace, les deux paons affrontés au-dessous. N'est-il pas

---

([1]) Ce buste et les précédents ont été gravés dans la *Gazette archéologique,* 1885, Pl. XVII.

([2]) Gravée dans Lavigerie, *De l'utilité d'une mission à Carthage,* 1881, Pl. V.

([3]) *Revue archéologique,* 1884, t. Ier, p. 273, et Pl. VII-XI.

[illegible] œuvre aussi curieuse, qui avait éveillé les [illegible]rêt de l'Institut, n'ait pas été immédiate- [illegible] des mains habiles pour être transportée à [illegible]re, au lieu d'être abandonnée à l'inexpérience [illegible] en croyant la sauver, l'ont anéantie? De pareils [illegible] avec eux leur leçon, et, grâce aux mesures qui [illegible] être prises sur toute l'étendue du territoire de la [illegible] il est certain qu'ils ne se renouvelleront pas.

Nous croyons avoir montré assez clairement que le terri-[illegible] de Carthage est à déblayer : *Eruenda est Carthago*. Il ne faut pas se faire d'illusion sur la difficulté de fouilles qui auraient pour but de nettoyer le sol de Carthage comme l'Allemagne a mis à nu celui d'Olympie. Quand on doit creuser à [illegible]^m à 8^m de profondeur, l'établissement d'un système de wagonnets pour enlever les terres devient absolument indispensable; et si l'on veut enlever les terres, qui sont toutes cultivées entre Byrsa et le rivage, il est nécessaire de les racheter au préalable, pour qu'elles n'appartiennent plus désormais qu'à la science. Le problème qui se pose est à bien des égards difficile; mais il n'est certainement pas insoluble. Par bonheur, la partie la plus intéressante du sol de Carthage est aujourd'hui la propriété de S. E. le cardinal Lavigerie; c'est de lui qu'il dépendra d'y autoriser un jour des fouilles méthodiques dont la France et la Régence de Tunis supporteraient les frais. Ceux-ci seraient d'ailleurs couverts en partie par le prix des moellons, sans intérêt archéologique, que l'on extrairait du sol jusqu'à la profondeur de 3^m ou 4^m: peut-être aussi pourrait-on songer, comme l'Italie le fait à Pompeï, à percevoir un droit très léger sur les nombreux visiteurs de Carthage. Tant que ces terrains appartiendront au cardinal Lavigerie, nous sommes certain du moins qu'on n'y élèvera aucun groupe d'habitations qui empêcherait à tout jamais les fouilles; c'est déjà trop que la chapelle de Saint-Louis et ses dépendances aient presque interdit à la science l'exploration de Byrsa. Parmi les grandes cités de l'antiquité, Carthage est la seule dont l'emplacement soit encore relativement libre de villages et de constructions modernes; on pourrait, en cinq ou six ans de travail, exhumer le cadavre de cette ville, ce qu'on n'a pu faire malheureusement ni pour Rome, ni pour Alexandrie, ni pour Athènes. Il serait profondément regrettable que notre siècle laissât passer l'occasion, nécessairement fugitive, de rendre à la lumière ce qui reste de la ville d'Hannibal.

Le Gérant : E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

BULLETINS HEBDOMADAIRES N°s 309 ET 310,

du 28 février et du 7 mars 1886.

CONFÉRENCE DU 6 MARS

à 8^h 30^m *du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.*

M. **Wolf**, membre de l'Institut : *Le rôle des grands instruments en Astronomie.*

Président : **M. Haton de la Goupillière,** membre de l'Institut.

CONFÉRENCE DU 13 MARS.

M. **Félix Hément**, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique : *Le sol de Paris et de la France au point de vue de l'unité du pays; son rôle dans la civilisation.*

Président : **M. Hébert**, membre de l'Institut.

Discours prononcés aux obsèques de J. Jamin.

DISCOURS DE M. J. BERTRAND,
Au nom de l'Académie des Sciences.

Messieurs,

Jamin avait réalisé toutes les espérances de sa jeunesse. Nous l'avions vu, il y a un an à peine, désirer de nouveaux devoirs, les accomplir avec ardeur et faire briller dans un éclat nouveau sa parole lucide et savante. Tout semblait lui sourire. Sa joie a été courte : quelques mois de fatigue l'ont enlevé à nos travaux, une année de souffrances à notre amitié.

L'Académie des Sciences, frappée par une perte cruelle, l'avait choisi, le connaissant bien, pour successeur de M. Du-

mas. La Science le comptait au nombre des inventeurs et des maîtres; son éloquence naguère encore attirait et charmait de nombreux disciples. De cruelles épreuves ne l'ont ni découragé ni troublé; son affectueuse et douce sérénité a redoublé la sympathie de ses amis et accroît aujourd'hui leurs regrets.

Jamin est entré à l'École Normale en 1838; vanté par ses maîtres, admiré par ses condisciples, qui s'appelaient Puiseux, Briot, Bouquet, Pasteur et Verdet, il a contribué comme eux, avant eux, j'ose le dire, à l'éclat de cette grande École, illustre aujourd'hui par les Sciences comme, dès longtemps déjà, elle l'était par les Lettres.

Les meilleurs élèves sur les bancs de nos écoles, resserrés et captifs dans la voie prescrite, ralentissent et retiennent l'ardeur de l'invention. Les épreuves dont dépend leur avenir ne laissent aucune place aux libres efforts de la pensée. Cédant à une curiosité plus élevée et plus forte, Jamin éclairait ses profondes études par ces lumières intimes de la méditation dont aucun maître n'enseigne, dont aucun livre ne révèle le secret.

Chacun, dans les succès du jeune chef de section et dans les mécomptes mêmes d'une imagination trop prompte, voyait l'indice certain de hautes destinées dans la Science.

On ne s'est pas trompé. Jamin a parcouru la route tout entière et par un continuel progrès atteint glorieusement le sommet. Professeur à tous les degrés, le lycée de Caen, le lycée Louis-le-Grand, l'École Polytechnique et la Faculté des Sciences ont recueilli tour à tour et exercé la savante parole dont l'Académie admirait la justesse et la netteté.

Les nombreux élèves instruits par ses leçons et avancés déjà dans la vie disparaîtront à leur tour. L'Académie des Sciences se renouvellera; les vides, hélas! s'y succèdent et l'accablent : nos savantes écoles sauront les remplir. La Science grandira entre des mains nouvelles et, en appuyant ses vastes assises sur l'œuvre si variée de Jamin, en montrera, sans jamais la démentir, toute l'importance et la fécondité.

Jamin, bien jeune encore, avait élevé son esprit jusqu'aux audacieuses formules dans lesquelles Cauchy renfermait l'Optique. En admirant la subtilité des preuves et l'abstraction mystérieuse des symboles, il osa les traduire en langue vulgaire, les citer au tribunal des faits, soumettre à des épreuves précises les divinations du grand géomètre, démontrer le premier sa gloire comme physicien et s'y associer en la proclamant.

Mon dessein ne peut être, dans ce jour de deuil, de rappeler les beaux travaux de Jamin, d'en dire l'importance

connue de tous et d'y montrer les vérités fécondes qui, transmises d'âge en âge, feront vivre à jamais son souvenir.

Tout entière, aujourd'hui, à la douleur d'une séparation trop longtemps prévue, mon amitié ne lui doit qu'un dernier adieu, ma voix, au nom de tous, qu'un témoignage ému et sincère.

DISCOURS DE M. L. TROOST,
Membre de l'Académie,

Au nom de la Faculté des Sciences.

Messieurs,

La Faculté des Sciences de Paris, cruellement éprouvée depuis un an, vient rendre un suprême hommage au doyen qu'elle avait espéré conserver pendant de longues années.

Jules Jamin est né le 31 mai 1818 au village de Termes, dans les Ardennes; il était fils d'Antoine-Pierre Jamin, qui, engagé volontaire en 1795, nommé capitaine et décoré sur le champ de bataille de Friedland, avait, après 1815, donné sa démission de colonel de dragons, et s'était retiré dans son pays natal.

Jamin fut d'abord élève dans une petite pension de la ville de Vouziers, et, comme on lui trouvait d'heureuses dispositions, son père se décida, non sans quelque appréhension sur le résultat, à l'envoyer au collège de Reims. Il fut bientôt rassuré : à la fin de la première année, Jamin avait remporté neuf prix. Il put dès lors continuer ses études, qui, en 1838, furent couronnées par le prix d'honneur des Sciences, dans un concours général entre les collèges de Paris et des départements.

Au mois d'octobre de la même année, l'élève du collège de Reims était reçu le premier à l'École Normale supérieure, et, trois ans après, en 1841, il en sortait premier agrégé des Sciences physiques.

Il fut envoyé au collège de Caen, où il succéda à Desains, qu'il devait retrouver plus tard comme collègue à la Sorbonne, et auquel il ne devait survivre que quelques mois.

Au bout de deux ans, le baron Thenard, qui connaissait bien le personnel des Sciences physiques et en avait la haute direction, le rappela à Paris, et lui confia la suppléance d'un Cours de Physique au collège Bourbon (depuis lycée Condorcet). L'année suivante, en 1844, il devenait professeur au collège Louis-le-Grand, y continuait des travaux commencés à Caen, et se faisait recevoir, en 1847, docteur ès sciences physiques, avec une thèse devenue classique, sur la réflexion de la lumière à la surface des métaux.

La précision, l'élégance et la solidité de son enseignement, la valeur de ses travaux scientifiques, tout le désignait pour une chaire de l'enseignement supérieur; aussi, dès 1852, il était nommé professeur de Physique à l'École Polytechnique; il y fit son cours avec succès pendant vingt-neuf ans, c'est-à-dire jusqu'au mois de mars 1881.

En 1863, il avait été appelé, comme professeur, à la Faculté des Sciences, où jusqu'au dernier jour il attira un nombreux auditoire avide de l'entendre.

C'est dans ces deux chaires de la Sorbonne et de l'École Polytechnique qu'il déploya son admirable talent d'exposition, son incomparable habileté à simplifier les questions les plus ardues, à traduire, par des dispositifs d'appareils propres à frapper les regards, la solution de bien des problèmes difficiles. Le charme de sa parole achevait de convaincre, et les plus ignorants étaient étonnés et ravis d'avoir si bien compris.

Vous rappellerai-je l'immense succès des trois conférences qu'il fit dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne pour l'Association scientifique? L'effet qu'il produisit est inoubliable pour tous ceux qui ont pu admirer cette merveilleuse facilité d'élocution, cette clarté de démonstration « qu'on pourrait appeler l'éloquence des Sciences ».

Les qualités que Jamin déployait dans ses leçons orales se retrouvent dans le *Traité général de Physique*, qui reproduit son Cours de l'École Polytechnique, et où les maîtres aussi bien que les élèves trouvent le tableau exact de l'état actuel de la Science. Il a su, en s'adjoignant un habile collaborateur, le maintenir constamment au courant des progrès accomplis.

On retrouve à un plus haut degré encore son talent d'exposition dans le *Petit Traité de Physique*, où, sous une forme tout élémentaire, il introduit les théories modernes dans l'explication des phénomènes de la chaleur, de l'électricité et de la lumière.

Jamin n'était pas seulement physicien; son esprit était ouvert à toutes les manifestations de l'intelligence. A l'École Normale, en préparant son agrégation de Physique, il avait trouvé le temps de passer sa licence ès sciences naturelles. A Caen, il allait le dimanche, avec ses élèves, faire des excursions de Botanique et de Géologie.

Mais c'est seulement à son retour à Paris que son esprit élevé, ses goûts distingués purent se développer à l'aise, et que sa belle intelligence put prendre un libre essor. Il fut, d'ailleurs, favorisé par les circonstances. Il s'est toujours rappelé avec bonheur comment, à l'âge de 25 ans, il se trouva tout à coup, enveloppé pour ainsi dire, dans un milieu particulièrement intelligent et éclairé. Il prenait ses repas rue de l'Estrapade avec plusieurs de ses collègues qui ont laissé un nom dans la

Science ou dans l'Université : avec Lefebvre, l'éminent professeur du collège Rollin, avec Saisset, Barni, Suchet, de la Provostaye, avec Faurie, qui souvent y amenait son ami Sturm. Le dîner était suivi de longues causeries, de dissertations sur les Sciences, sur la Philosophie, la Musique, les Beaux-Arts. Jamin y prenait une part très active, car il était merveilleusement doué pour tout comprendre. Il aimait la musique, il était peintre. Habitué à se lever de grand matin, il dessinait, il peignait, et, le dimanche, il allait, avec un de ses collègues, étudier au Louvre les œuvres des maîtres.

Il fit le portrait fort réussi de Lefebvre; sa famille conserve plusieurs de ses toiles, et l'église de Termes possède un tableau de sa composition.

Il disait que « si les artistes et les savants se souvenaient un peu plus qu'ils sont soumis à cette nécessité commune d'observer les apparences optiques des objets naturels, ils mettraient en commun, pour en profiter séparément, une nombreuse série de faits qui les intéressent au même degré ». C'est l'idée qu'il a développée dans un de ces articles très remarqués de la *Revue des Deux Mondes,* où il montre que chez lui le littérateur était à la hauteur du savant. Mais les arts et la littérature n'occupent que ses heures de loisirs; il produit en même temps les plus importants de ses travaux scientifiques, travaux qui devaient, en 1868, le faire entrer à l'Académie des Sciences.

Dans ces recherches, il a embrassé les sujets les plus variés. En dehors de ses travaux d'optique, de magnétisme et d'électricité, qui demeurent ses plus beaux titres de gloire, ses études sur la compressibilité des liquides, sur la capillarité, l'hygrométrie, les chaleurs spécifiques, le point critique des gaz, etc., attestent l'originalité et la souplesse de son génie. Pour lui, enseigner c'était inventer, et, comme il était professeur dans l'âme, les sujets s'offraient à lui en foule et le trouvaient toujours prêt.

Par leur ordre historique et leur enchaînement, ses Mémoires offrent le tableau des progrès de la Physique en France depuis le milieu du siècle jusqu'à nos jours. Élève et admirateur de Cauchy, c'est par des travaux d'Optique expérimentale que Jamin a débuté, et c'est aussi à l'Optique qu'il est revenu le plus fréquemment, et avec une prédilection marquée.

Il s'applique tout d'abord à imaginer des méthodes de mesure assez délicates pour contrôler les résultats analytiques de Cauchy. Après sa belle étude de la réflexion de la lumière à la surface des métaux, il cherche et trouve la polarisation elliptique de la lumière réfléchie par les substances vitreuses au voisinage de l'angle de polarisation, prévue par la théorie de Cauchy, et découvre du même coup la polarisation ellip-

tique négative de la fluorine, que personne n'avait soupçonnée.

Il publie un grand Mémoire sur les anneaux colorés; il invente un appareil d'interférences utilisant la lumière réfléchie sur les faces opposées de plaques épaisses transparentes, et en fait les plus belles et les plus ingénieuses applications.

Lorsqu'en 1868 notre Confrère M. Duruy, alors Ministre de l'Instruction publique, fonda l'École pratique des Hautes Études et dota les laboratoires de Recherches, Jamin profita des puissants moyens mis à sa disposition : les progrès si rapides, si imprévus de la science électrique s'imposaient à l'attention générale; ils fournirent un nouvel aliment à son activité. Secondé à la première heure par de jeunes travailleurs encore inexpérimentés, il pense, il agit pour tous, il mène de front dix travaux différents, dont un seul aurait absorbé tous les loisirs, toute la puissance de réflexion d'un chercheur moins infatigable.

Son influence s'étend bien au delà des limites de son laboratoire; de jeunes professeurs des départements reçoivent de lui des conseils et de précieux encouragements. Il les appelle auprès de lui, mettant à leur disposition toutes les ressources dont il dispose, et s'associant de cœur à leur succès, auquel son appui moral a tant de part.

Sa critique, toute bienveillante, est d'une merveilleuse sûreté. Il sait reconnaître au premier mot le point faible d'une théorie ou d'une expérience, le fait intéressant à étudier, le résultat capital à mettre en lumière. Et quelle clarté dans la discussion, quel relief dans l'exposition ! En entendant Jamin présenter leurs travaux à l'Académie, ses élèves étaient, comme le reste du public, saisis de la netteté de cette analyse : ils ne savaient pas avoir si bien fait.

Plusieurs d'entre eux sont aujourd'hui des maîtres; ils gardent précieusement la tradition qu'ils ont puisée au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, où ont travaillé MM. Pellat, Duter, Foussereau, Maneuvrier, Krouchkoll et tant d'autres. M. Benoît s'y est préparé, par une thèse : *Sur la résistance des métaux,* aux mesures de précision qu'il poursuit avec tant de talent au Bureau international des Poids et Mesures; M. Blondlot y a développé dans diverses études, et en particulier dans des recherches *Sur la capacité de polarisation voltaïque,* les qualités d'originalité profonde qu'il apporte dans ses travaux et dans son enseignement à la Faculté des Sciences de Nancy. C'est là que se sont formés deux de ses plus chers élèves, devenus ses collègues à la Faculté des Sciences de Paris : M. Bouty qui a succédé à Desains, et M. Lippmann auquel l'Académie vient d'ouvrir ses portes.

Cruellement frappé par des deuils de famille, il trouvait au

milieu des travailleurs, qui réclamaient constamment son aide et ses conseils, un apaisement à son immense douleur.

Depuis quelque temps, il semblait surmonter ses chagrins et reprendre une partie de son activité première. Il avait succédé à son illustre maître M. Dumas, comme Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; personne n'était plus apte que lui à remplir ces délicates fonctions. Il avait remplacé M. H. Milne Edwards comme doyen de la Faculté des Sciences; il était à l'apogée de sa réputation.

Entouré de sa famille, de petits-enfants qu'il adorait, d'élèves reconnaissants et dévoués, il était assuré de l'affection de ses collègues, et comptait parmi ses confrères d'anciennes et très vives amitiés. Il pouvait espérer encore de nombreuses et heureuses années; aussi, est-ce avec un douloureux étonnement qu'on apprit sa grave maladie. D'une robuste constitution, il résista longtemps; un moment on se reprit à espérer, mais il était mortellement atteint.

La France perd une de ses illustrations, l'Université un des professeurs qui l'ont le plus honorée.

La Faculté des Sciences, privée si prématurément du doyen dont elle conservera à jamais le souvenir, apporte sur cette tombe l'expression de sa douleur et de ses profonds regrets.

Sur la persistance de la figure mathématique de la Terre à travers les âges géologiques.

CONFÉRENCE FAITE A LA SORBONNE LE 23 FÉVRIER 1886,

Par M. HERVÉ FAYE.

Le globe terrestre est aux trois quarts recouvert par les mers et par les océans, l'Atlantique, le Pacifique, la mer des Indes. Ces grandes nappes d'eau sont au même niveau : M. de Lesseps a prouvé à tous qu'en tranchant l'isthme de Suez par un canal pour unir la mer Rouge à la Méditerranée, et par suite la mer des Indes à l'océan Atlantique, on n'avait nul besoin d'établir des écluses pour racheter une différence de niveau. De même il va faire communiquer l'Atlantique avec le Pacifique sans avoir demandé un centime à ses actionnaires pour travaux d'écluses. Et s'il était financièrement possible d'exécuter le canal maritime des deux mers (*fig.* 1), de Bordeaux à Narbonne [1], par une seule tranchée qui n'aurait que

---

[1] On s'occupe actuellement d'un projet bien plus réalisable, celui d'un canal maritime, *avec écluses*, entre les deux mers. Mais ces écluses n'ont pas pour but de racheter une différence de niveau qui n'existe pas : il s'agit seulement d'éviter des tranchées trop profondes. La sur-

200^m de profondeur maxima (au col de Neurouze), la surface des eaux, dans ce grandiose canal qui doublerait la puissance maritime de la France, serait à la fois le prolongement de celles de la Méditerranée et de l'océan Atlantique.

La surface commune de ces océans, prolongée idéalement par de semblables canaux à travers les continents en saillie, est ce que l'on nomme la surface mathématique de la Terre.

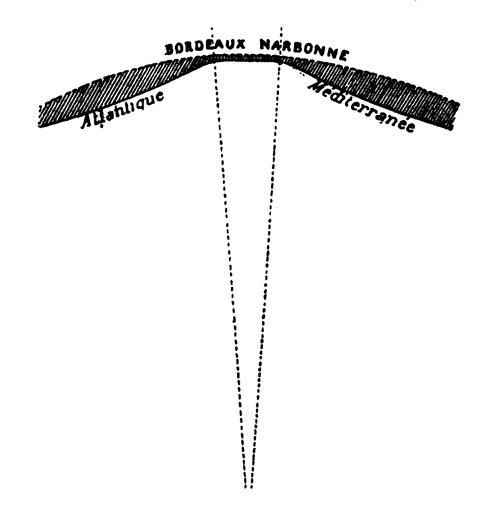


Fig. 1. — Canal du Midi.

Comme on y fait abstraction des agitations produites par les vents et de l'onde perpétuellement mobile de la marée, cette surface est celle des eaux tranquilles, définie mathématiquement par la condition d'être partout perpendiculaire à la direction du fil à plomb, c'est-à-dire à la verticale. De là le nom de *surface mathématique* de la Terre, en opposition avec la surface physique qui suit les mouvements des mers et les saillies irrégulières des îles et des continents.

Cette surface mathématique de la Terre, ainsi complétée par son prolongement idéal par-dessous les continents, est à peu près sphérique comme les globes des géographes; aussi, quand vous parcourez les mers, l'horizon qui vous entoure est-il un cercle dont vous occupez le centre et qui vous suit partout.

Cette sphéricité n'est pas particulière au globe terrestre. Tous les astres de notre système solaire, et c'est là un fait

face de l'eau, dans chacun de ces biefs, sera parallèle à celle des mers prolongée par-dessous la France.

capital, nous présentent la même figure. Mercure et Vénus sont ronds. Voici la planète Mars avec ses continents et ses mers fort différents des nôtres (*fig.* 2) : c'est une sphère très



Fig. 2. — Mars.

régulière. Voici Jupiter avec ses bandes grisâtres et nuageuses, parallèles à l'équateur (*fig.* 3) : sa constitution diffère énormément de celle de Mars, mais sa figure est également ronde. Voici Saturne avec son merveilleux anneau (*fig.* 4) : l'an-



Fig. 3. — Jupiter.

neau est circulaire, et la planète qui en occupe le centre est une boule ronde. Comme Jupiter, Mars, etc., Uranus est rond aussi, ainsi que Neptune, aux confins de notre petit monde. Il en est de même des dix-neuf satellites qui circulent autour

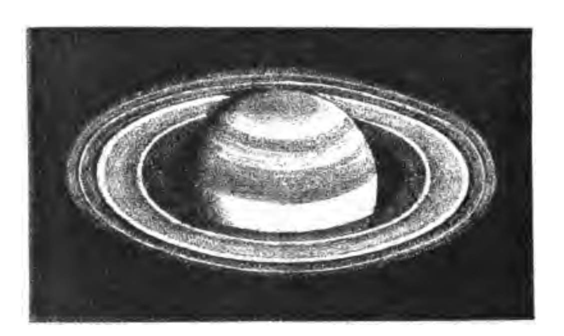


Fig. 4. — Saturne avec son anneau.

de ces planètes : ce sont des corps ronds comme les gouttelettes d'eau qui voguent librement dans l'air. Et cette comparaison du petit au grand est parfaitement fondée : il faut en effet, pour que ces astres aient pris la forme sphérique, sous

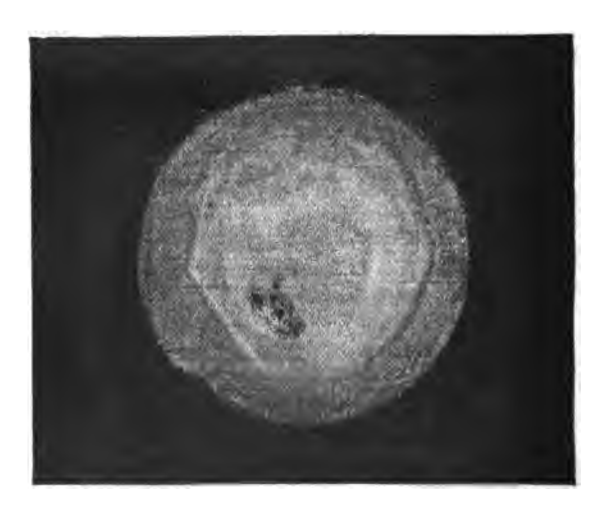


Fig. 5. — Le Soleil.

l'influence des attractions mutuelles de leurs particules, qu'ils aient été dans un état de fluidité complète. Le Soleil, qui est encore dans cet état, a une figure exactement sphérique (*fig.* 5). La Lune a passé, comme la Terre et les planètes, par

un état de fluidité ignée; elle nous paraît d'une rondeur parfaite (*fig.* 6) quand on fait abstraction des petites irrégula-



Fig. 6. — La Lune.

rités qui accidentent son contour d'imperceptibles dents de scie.

C'est cette surface des mers, sphérique au premier coup d'œil, qu'il s'agit d'examiner de près.

Cette étude a fait un premier pas, au XVIIe siècle, par les travaux des géomètres et, au XVIIIe, par ceux des géodésiens. Il y a deux cents ans, quelques membres de l'Académie agitèrent, dans ses séances, la question de savoir si la force centrifuge, née de la rotation de la Terre, ne devait pas affaiblir plus sensiblement la pesanteur à l'équateur qu'à Paris. L'Académie, voyant là un moyen de vérifier la doctrine copernicienne de la rotation de la Terre par une expérience directe, résolut de tenter l'expérience en faisant mesurer la longueur du pendule à secondes à Paris et près de l'équateur. Justement l'astronome Richer devait aller à Cayenne déterminer la distance de la Terre au Soleil concurremment avec les observateurs de Paris. L'Académie le chargea donc d'observer en même temps à Cayenne la longueur du pendule. L'expérience fut décisive : Richer trouva que le pendule réglé à Paris devait être raccourci d'une ligne et un quart pour battre la seconde à Cayenne. Cette belle expédition, qui donna 9",5 pour la parallaxe du Soleil, mérite d'être citée avec éloge, car elle marque, par un double succès, le début de l'ère moderne des

grandes entreprises scientifiques sur le globe terrestre qui ont fait tant d'honneur à notre pays.

Ainsi, par le fait de la rotation, la pesanteur en chaque point n'est plus seulement la résultante des attractions de toutes les particules matérielles dont le globe est composé : la rotation journalière de ce globe fait naître une force centrifuge qui vient modifier l'attraction du globe en grandeur et en direction.

Huygens d'abord, puis Newton déduisirent de l'observation de Richer que, pour satisfaire aux conditions de l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, cette masse devait prendre, non pas la figure d'une sphère, comme le ferait une masse immobile, mais celle d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles et renflé à l'équateur.

La Terre n'est pas une masse entièrement liquide; elle pré-

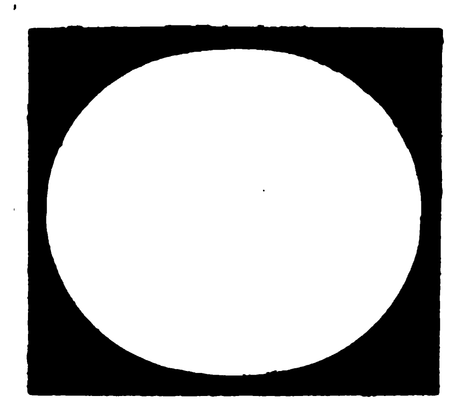


Fig. 7. — Coupe de Saturne.

sente en outre des irrégularités superficielles (les continents, les îles, etc.) dues aux révolutions géologiques des siècles passés. Néanmoins, les géomètres n'hésitèrent pas à lui appliquer les conclusions précédentes. Ces conclusions purement spéculatives avaient été vérifiées par des expériences plus ou moins directes. Ainsi on montrait, dans les cours de Physique, qu'un globe formé de matériaux, non plus liquides, mais élastiques, susceptibles d'obéir aux forces diverses qui agissent sur eux, s'aplatit sensiblement quand on lui imprime une rotation autour d'un axe fixe. L'observation astronomique corroborait ces conclusions d'une manière éclatante. Si le Soleil et la Lune, dont nous mentionnions tout à l'heure la figure exactement sphérique, ne présentent aucune trace d'aplatissement, c'est que leur rotation est presque nulle. Le Soleil met, en effet, 25 jours à tourner sur son axe, et la Lune

27 jours et un tiers. Mais les grandes planètes à rotation 60 ou 67 fois plus rapide, comme Jupiter et Saturne, ne sont sphériques que par à peu près. Si l'on y regarde attentivement, on s'aperçoit qu'elles sont aplaties, juste comme le voulaient les géomètres. La figure de Saturne (*fig.* 7), vu à une des époques où l'anneau disparaît à nos yeux, est une ellipse parfaitement caractérisée. Il y avait donc lieu de croire, avec les géomètres, que la Terre est aussi un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles, du moins quand on considère sa surface mathématique, celle des mers en repos, prolongée idéalement par-dessous les continents.

C'est ce que les célèbres mesures géodésiques ([1]) ordonnées par l'Académie en Laponie, en France et au Pérou avaient mis, pensait-on, en pleine évidence vers le milieu du dernier siècle; aussi, lorsqu'à la fin de ce siècle une commission composée des géomètres et des physiciens les plus éminents fut chargée d'instituer un système rationnel de poids et mesures, cette commission choisit-elle comme unité fondamentale la dix-millionième partie du quart du méridien, sans spécifier d'aucune manière la région où elle prenait ce méridien. Elle considérait tous les méridiens terrestres comme égaux, et ses opérations, ses calculs furent conduits, d'un bout à l'autre, en admettant que la Terre est encore aujourd'hui, comme au temps de son entière fluidité, un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles et renflé à l'équateur.

Chose remarquable, à peine le système métrique était-il fondé que les géomètres qui avaient eux-mêmes dirigé cette œuvre se prirent à douter de leur point de départ. En examinant de plus près la question, ils trouvèrent qu'on s'était trop hâté de conclure sur de simples analogies. Ils se dirent que les révolutions géologiques, en soulevant les continents et les chaînes de montagnes, avaient déplacé des masses énormes de matériaux, modifié la direction des attractions mutuelles et altéré par conséquent la figure de la Terre, laquelle doit être partout perpendiculaire à la résultante de ces forces. Que si la Terre a été à l'origine, à l'époque de sa fluidité complète, un ellipsoïde de révolution, elle ne peut plus l'être aujourd'hui. Laplace, un des membres les plus influents de la grande commission du système métrique, s'est exprimé plus tard à ce sujet de la manière la plus nette ([2]). « Si l'hypothèse d'une figure elliptique est dans la nature, l'aplatissement obtenu par

---

([1]) Ces triangulations furent exécutées naturellement sur des continents, mais on les réduisit au niveau des mers; elles se rapportaient donc à la figure mathématique de notre globe telle qu'elle a été définie plus haut.

([2]) *Exposition du système du monde*, p. 273.

l'observation du pendule ($\frac{1}{301}$) doit satisfaire aux mesures de degrés; mais il y suppose, au contraire, des erreurs considérables, et cela, joint à la difficulté d'assujettir toutes ces mesures à un même méridien elliptique, semble indiquer une figure de la Terre plus composée qu'on ne l'avait cru d'abord, ce qui ne paraîtra pas étonnant si l'on considère l'irrégularité de la profondeur des mers, l'élévation des continents et des îles au-dessus de leur niveau, la hauteur des montagnes et l'inégale densité des eaux et des diverses substances, qui sont à la surface de cette planète. » La Terre n'était plus, pour Laplace, un ellipsoïde, pas même une surface de révolution : il inventa pour elle le nom de *sphéroïde*.

A ce compte, l'institution du système métrique, quelque admirable qu'elle soit dans ses détails, pécherait par la base. On aurait eu tort de combiner l'arc de méridien mesuré en France avec un autre arc de meridien mesuré au Pérou, pour en déduire l'aplatissement; on aurait commis une seconde méprise en calculant l'arc français avec des formules qui ne s'appliquent qu'à l'ellipse. Il aurait mieux valu, dès lors, renoncer à la dix-millionième partie du quart d'un méridien pour fonder le mètre, et chercher ailleurs, dans la nature, la base de notre système des poids et mesures. En tout cas, ce système, discrédité dans sa base même par ses propres fondateurs, n'aurait pas mérité l'adhésion universelle sur laquelle on avait cru pouvoir compter.

Heureusement pour la science française, la question a changé de face peu d'années après l'apparition de ces vives critiques. Les mesures géodésiques discutées par Laplace et par d'autres géomètres n'étaient pas suffisantes pour trancher une pareille question. Il s'en produisit de nouvelles beaucoup mieux faites. Les grands États ayant compris la nécessité de construire, à l'instar de la France, des cartes très exactes de leurs territoires, soit pour les services militaires, soit pour l'étude des grands travaux publics, d'immenses opérations géodésiques s'étendirent progressivement sur le globe et permirent d'étudier plus complètement la question de la figure de la Terre. Vers 1840, Saigey en France, Airy en Angleterre, Bessel en Allemagne, utilisant de nouvelles mesures de degré en Russie, en Laponie, en Angleterre, au Danemark, en Prusse, au Hanovre, aux Indes, etc., arrivèrent à cette conclusion formelle qu'il fallait revenir à la première idée, celle d'un ellipsoïde de révolution. Aujourd'hui que des opérations plus gigantesques encore ont été achevées aux Indes, en Russie et au Cap, cette idée a définitivement triomphé parmi les géodésiens. Chose remarquable, une grande partie de ces opérations s'étend sur les régions continentales les plus accidentées !

Nous voici donc en face d'une forte contradiction scientifique. D'une part, les géomètres n'ont pas tort de soutenir que les irrégularités visibles de la croûte terrestre ont dû altérer la figure primitive du globe. D'autre part, les géodésiens ont raison d'affirmer que cette figure est celle d'un ellipsoïde de révolution, puisque tous les travaux géodésiques, exécutés sur la plus grande échelle, avec une précision toujours croissante, conduisent de plus en plus à cette conclusion, qui se résume actuellement dans les deux lignes suivantes :

Rayon équatorial de l'ellipsoïde terrestre.	$6378393^{m} \pm 79^{m}$
Aplatissement	$\frac{1}{292 \pm 1}$.

Chaque fois que vous rencontrerez dans la science une contradiction bien nette, soyez sûr qu'il y a là, au fond, quelque problème capital dont la solution procurera un progrès marqué. C'est ainsi que Kepler a été conduit à révolutionner toute l'Astronomie parce qu'il avait pris l'ancienne théorie en flagrant délit de contradiction avec les observations les plus sûres de son temps. Pourtant le désaccord ne dépassait pas 8'; mais, au lieu de chercher à l'atténuer par des biais, il s'attacha à le rendre évident, irrécusable, et se trouva conduit à chercher la vraie loi des mouvements célestes en dehors de tout ce que les Anciens avaient imaginé. Plus près de nous, c'est par une discordance de 2' entre les tables d'Uranus et les observations que MM. Le Verrier et Adams ont été conduits à l'admirable découverte de Neptune.

Agissons de même ici, je veux dire : mettons la contradiction en pleine lumière, et d'abord voyons de plus près les arguments des géomètres. Si, sur un globe bien sphérique, comme une planète, vous placez quelque part une colline ou mieux une montagne (*fig.* 8), cette montagne exercera autour d'elle une certaine attraction sur le fil à plomb et déviera sensiblement les verticales. Mettez de l'eau sur cette sphère de manière à la recouvrir entièrement. La surface de cet océan devant être partout perpendiculaire au fil à plomb, elle se bombera quelque peu autour de cette montagne. Là, le niveau de l'eau montera légèrement ; il s'abaissera partout ailleurs. Cependant si le globe est couvert d'aspérités de ce genre, et si nous versons assez de liquide, aussi peu dense que vous voudrez, afin de le recouvrir, la surface de ce vaste océan ne sera pas altérée dans son ensemble : elle présentera seulement une foule de petites irrégularités moins sensibles que les rides produites sur l'eau d'un lac par un souffle d'air.

Mais si une révolution géologique plus étendue a accumulé, en certaines régions, un excédent de matériaux comparable

à l'un de nos continents, au plateau du Thibet, par exemple,

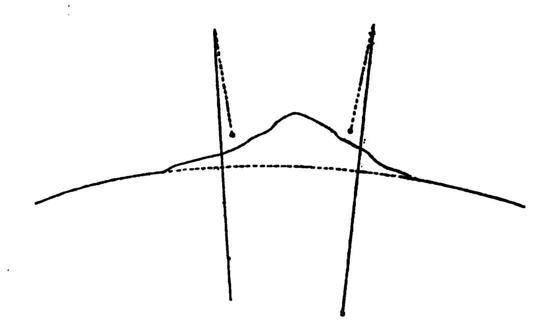


Fig. 8. — Attraction d une montagne.

qui, sur une surface considérable, n'a pas un seul point dont l'altitude n'atteigne celle du mont Blanc, les choses se passeront autrement. Là, la mer n'affectera plus une forme sphé-

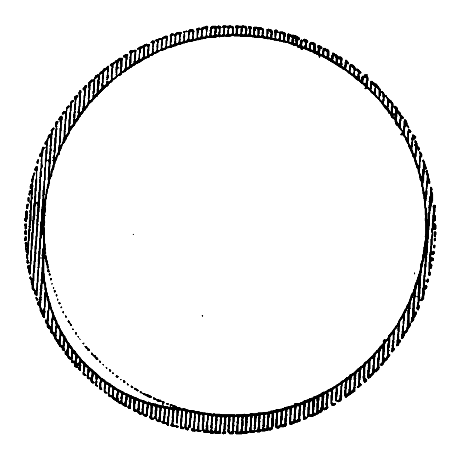


Fig. 9. — Attraction d'un continent.

rique : en vertu de l'attraction de cette vaste protubérance, les eaux seront appelées de ce côté ; leur niveau baissera à l'opposite, et finalement la figure de l'Océan prendra la forme ci-dessus (*fig.* 9) ([1]).

Considérez à ce point de vue la curieuse mappemonde que

([1]) Notez en passant, pour l'intelligence de ce qui sera dit plus loin, que les choses se passeraient de même si l'accumulation de matière se produisait *au-dessous* et non pas au-dessus de cette surface, par exemple par une augmentation locale de densité dans les couches sous-jacentes.

l'on obtient en projetant stéréographiquement le globe sur l'horizon de Paris et sur celui de ses antipodes (*fig.* 10). Vous verrez que tous les continents, sauf la pointe de l'Amérique

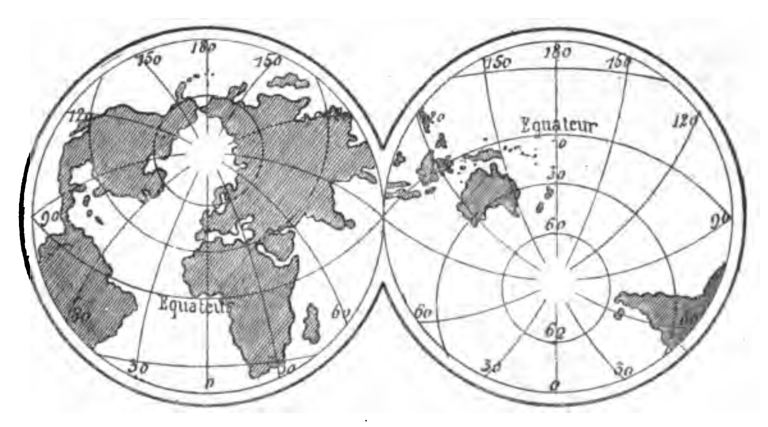


Fig. 10. — Double mappemonde terrestre.

méridionale et l'Australie, sont concentrés sur un même hémisphère, autour du point central, Paris, tandis que l'autre hémisphère est presque entièrement océanique. La figure mathématique de la Terre s'est donc allongée vers Paris et déprimée à l'opposite, dans une direction qui n'a rien de commun avec la ligne des pôles. Évidemment cette surface ne peut être autre chose qu'un sphéroïde à méridiens inégaux et non elliptiques.

Voulez-vous examiner le globe sous un autre aspect, avec plus de détails? Voici une coupe de sa surface suivant le parallèle de 30° nord (*fig.* 11). A droite, vous trouverez le haut continent asiatique, suivi de la dépression de l'immense Pacifique; à gauche, l'Afrique et l'Amérique séparées par le bassin de l'Atlantique. Imaginez qu'on enlève l'eau qui remplit ces bassins, il vous restera une figure dont les longues irrégularités choqueront votre œil. Je les ai exagérées, sans doute; mais n'oubliez pas qu'au-dessus du grand plateau asiatique de 4000^m il y a des chaînes de montagnes qui s'élèvent à 4000^m de plus. De même les deux Océans présentent une dépression moyenne de 4000^m, avec des creux allant çà et là à plus de 8000^m de profondeur. L'eau que nous allons remettre dans les bassins ne compensera pas la masse de roches et de terres qui y manque, car sa densité est deux ou trois fois moindre. Comment voulez-vous que ce globe, ainsi tourmenté par les révolutions géologiques, ait conservé sa figure première? Nul doute qu'il n'ait commencé par être un ellipsoïde de révolution; mais aujourd'hui, disent les géomètres, ce n'est

plus qu'un sphéroïde à méridiens inégaux, dont l'aplatissement doit varier en tous sens et surtout d'un hémisphère à l'autre.

C'est en effet bien étonnant, répondront les géodésiens; mais qu'y faire ? nos mesures sont là. Il ne s'agit plus de petits arcs mal mesurés comme presque tous ceux que Laplace a réunis et discutés dans la *Mécanique céleste,* mais de l'arc anglo-français de 22°, de l'arc gigantesque suédo-russe de 25°, de l'arc presque aussi grand des Indes, de celui du Cap de

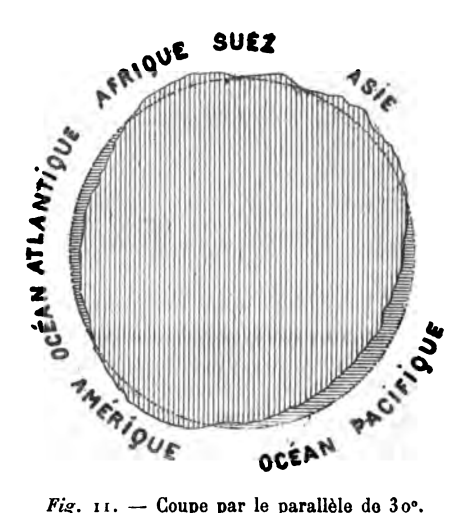


Fig. 11. — Coupe par le parallèle de 30°.

Bonne-Espérance, mesuré autrefois par La Caille, mais dont les Anglais ont quadruplé la longueur. Il est bien vrai que nous avons obtenu, à diverses époques, des valeurs fort disparates pour l'aplatissement : on a débuté par $\frac{1}{334}$, puis on est arrivé à $\frac{1}{308}$, puis à $\frac{1}{299}$, puis à $\frac{1}{294}$. Peu à peu, les résultats les plus récents ont convergé vers $\frac{1}{292}$ dont le dénominateur est actuellement déterminé à une unité près; mais ces variations n'ont rien qui doivent surprendre. C'est l'histoire de toutes les mesures en Astronomie. On commence par des résultats discordants, alors que les méthodes sont encore dans l'enfance. Peu à peu les méthodes et les instruments se perfectionnent, les résultats successifs se rapprochent et finissent par se confondre, pour ainsi dire, dans un nombre qui est manifestement l'expression de la vérité. Vous nous objecterez peut-être que l'arc des Indes, par exemple, exposé par l'un de ses bouts aux attractions himalayennes, doit altérer nos résultats actuels ? Supprimez-le, et vous verrez que les autres arcs vous donneront la même chose, de manière

à vous prouver que le bombement asiatique n'influe pas sensiblement, malgré toutes les prévisions des géomètres, sur l'élément le plus délicat de la figure de la Terre. Ce n'est pas tout. Les observations du pendule, depuis que la théorie de ce merveilleux instrument est mieux connue, parlent exactement dans le même sens. Les navigateurs ont porté le pendule, au niveau de la mer, sur un grand nombre de points du globe et sur les deux hémisphères, sans que le pendule ait accusé la moindre anomalie de la pesanteur imputable à la dépression de la croûte terrestre. Les officiers anglais l'ont porté sur les plateaux élevés de l'Asie sans y trouver, sauf dans le voisinage immédiat de quelque montagne, la moindre trace d'une attraction propre aux terrasses successives qui s'élèvent jusqu'au grand plateau himalayen. Voilà donc deux méthodes absolument indépendantes, la mesure de la pesanteur et la mesure géodésique d'arcs terrestres, qui s'accordent à donner aux deux hémisphères le même aplatissement, la même forme d'un ellipsoïde de révolution. Il y a plus, le géodésien est en droit aujourd'hui de dire que l'on ne trouverait guère sur la surface mathématique du globe terrestre de déformation de quelque étendue qui fût plus sensible que celle qu'un physicien expert découvrirait sur une belle et grande glace de la manufacture de Saint-Gobain dont il vérifierait la planitude.

Messieurs, puisque ni les géomètres ni les géodésiens n'ont tort, tout en soutenant des thèses si opposées, il faut évidemment qu'il y ait d'invisibles compensations dans la distribution des masses intérieures, compensations telles qu'une colonne de matière allant du centre vers la superficie d'un continent fasse équilibre à toute autre colonne de matière allant du centre à la surface des mers (1). En d'autres termes, il faut qu'au-dessous des mers il y ait une augmentation de densité capable de compenser le déficit relatif de densité des eaux marines.

Je vais tâcher d'en rendre compte et de montrer que cette mystérieuse compensation se rattache très simplement à la marche d'un grand phénomène dont la Terre a été et est encore le théâtre.

La masse interne du globe est à l'état de fluidité ignée : par conséquent, les couches y suivent l'ordre régulier des densités. C'est donc dans l'écorce solide du globe que doivent se trouver les compensations susdites; il faut que cette croûte solidifiée, rendue plus dense par la contraction due au refroi-

(1) La nécessité d'une telle compensation a été signalée pour la première fois par l'archidiacre de Calcutta, le Rév. Pratt, à qui l'on doit une discussion approfondie de la triangulation des Indes anglaises.

dissement, soit plus épaisse dans les dépressions que dans les parties surélevées, car il est facile de voir qu'une augmentation de densité *au-dessous* de la surface produira le même effet qu'une accumulation équivalente de matière au-dessus.

On me demandera aussitôt comment un tel phénomène aura pu se produire ? Pourquoi des épaisseurs si inégales se seraient-elles produites dans la croûte engendrée par le refroidissement d'un globe exposé de toutes parts au même froid de l'espace ?

Nous allons trouver cette cause dans une observation très remarquable dont les conséquences sont restées longtemps

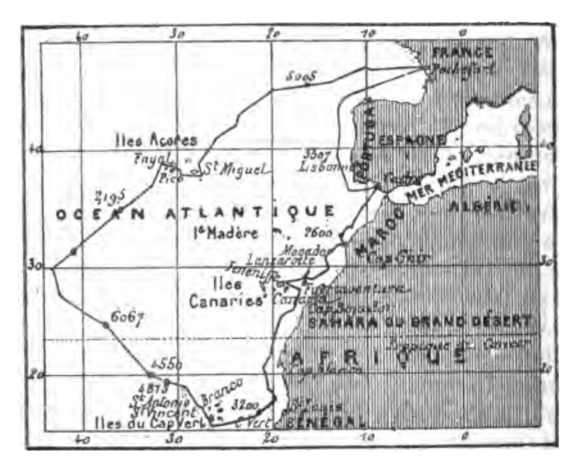


Fig. 12. — Sondages du *Talisman*.

inaperçues, parce que les personnes qui l'ont faite ne s'occupaient pas du problème que nous venons de poser. Au cours des brillantes circumnavigations scientifiques que la marine française a entreprises dans la première moitié de ce siècle, au retour de la paix, sous l'impulsion de l'Académie des Sciences, on a exécuté de nombreux sondages à de grandes profondeurs dans l'Atlantique et le Pacifique. Il s'agissait d'étudier le relief du sol sous-marin, travaux dont on a tiré parti plus tard pour la pose des câbles télégraphiques, et de connaître la loi suivant laquelle la température des eaux varie avec la profondeur. Les sondages de la frégate *la Vénus*, commandée par Dupetit-Thouars, nous ont appris, dès 1837, que la température va en diminuant régulièrement jusqu'au fond : à 4000^{m} de profondeur, elle ne dépasse guère 2°. Plus bas encore, les récentes explorations du *Challenger* et du *Talisman* ont donné ces températures plus basses. Je mets

sous les yeux du lecteur une petite carte des sondages du *Talisman* dans l'Atlantique du nord (*fig.* 12) ([1]).

On s'est rendu compte, dès 1837, de ces basses températures au fond des mers profondes. L'Atlantique communique à la fois avec les deux régions polaires. Le Pacifique communique largement avec les mers du pôle sud. Il en résulte que les eaux sans cesse refroidies des deux pôles, plus lourdes que les eaux équatoriales, plongent sous celles-ci et se répandent lentement sur le lit des mers, tandis que les eaux équatoriales, plus légères, marchent, à la surface, vers l'un et l'autre pôle, pour en adoucir un peu la température glaciale. C'est un phénomène pareil à celui qui se produit en petit, avec une frappante netteté, dans le lac de Genève, à l'embouchure du Rhône. Les eaux du fleuve proviennent d'un glacier. Elles sont boueuses naturellement, parce que le glacier, dans sa marche lente, rabote et lime les roches qui l'encaissent et y produit un limon que les eaux entraînent. Elles sont froides, puisqu'elles proviennent de la fusion de la glace, et n'arrivent guère au lac qu'avec une température peu supérieure à celle du maximum de densité de l'eau douce ([2]), tandis que les eaux du lac ont, sauf en hiver, une température bien supérieure. On distingue parfaitement, à l'embouchure, la partie occupée par les eaux sales du Rhône, et celle où commencent les eaux du lac, si remarquables par leur limpidité et leur belle couleur bleue; mais, à cette ligne de jonction, les eaux froides et lourdes du fleuve tombent au fond comme le ferait le mercure. Elles disparaissent brusquement aux yeux et continuent leur route dans les profondeurs, sur le lit même du lac, jusqu'à une grande distance. C'est alors seulement qu'elles se mélangent peu à peu avec les eaux bleues. A leur sortie, elles sont bleues comme les eaux du Léman. De même les eaux glacées du pôle plongent sous les eaux chaudes de la surface et gagnent le plus profond des mers.

Ces faits, cette explication, sont bien connus; l'excellent ingénieur hydrographe de la *Vénus* qui l'a donnée, M. de Tessan ([3]), ne pouvait manquer de comparer les basses tem-

---

([1]) Le fond de l'Océan nous réservait bien des surprises. La plus singulière de toutes assurément a été de trouver que ces abîmes, où la température, par 8000^{m} de profondeur, tombe au-dessous de celle de la glace fondante, sont peuplés d'animaux variés, délicats, qui vivent et se reproduisent dans l'obscurité absolue, sous la pression de 600^{atm} à 800^{atm} et par des températures de $0°$ et de $-2°$.

([2]) L'eau de mer n'a pas ce maximum de densité; à $-2°$ elle est plus pesante qu'à $0°$ et surtout qu'à $+4°$.

([3]) C'est à tort qu'on a attribué dans ces derniers temps la dé-

pératures qui règnent au fond des océans aux hautes températures qui règnent sous les continents à pareille profondeur. Sous les continents, on sait, par les forages des puits artésiens et par l'observation journalière des mines profondes, à toute latitude, que la température augmente de 1° environ par chaque accroissement de 30ᵐ dans la profondeur. A ce compte on aurait sous les continents, à 4000ᵐ de profondeur, une température de 133°, au lieu de 2° sous la mer; à 8000ᵐ, une température de 266° au lieu de — 1°. L'opposition de ces résultats est frappante, mais on a oublié d'en tirer la conséquence. C'est que *le refroidissement et, par suite, l'épaississement de la croûte terrestre se propagent bien plus vite et bien plus profondément sous les mers que sous les continents*, grâce à l'afflux continuel des masses d'eau glaciale sans cesse renouvelées. Et, comme cet état de choses dure depuis que les pôles de froid se sont établis sur notre globe, c'est-à-dire depuis des millions d'années, il faut que *la croûte terrestre ait acquis, sous les mers, une bien plus grande épaisseur et plus de densité que sous les continents.*

Ainsi la compensation dont nous avons reconnu la néces-

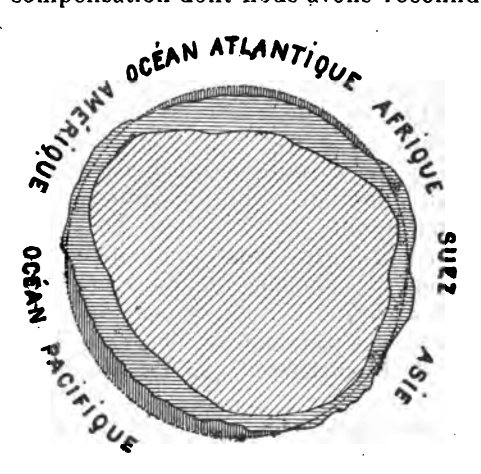


Fig. 13. — Coupe de la croûte terrestre

sité pour expliquer le maintien de la figure primitive de la Terre, malgré les révolutions géologiques, se présente comme une conséquence toute naturelle du mode de refroidissement propre à notre globe. La figure ci-jointe est une coupe que

---

couverte et l'explication de ce phénomène capital à des navigateurs anglais ou allemands. L'une et l'autre sont dues aux belles et pénibles expériences de sondage des mers, pratiquées avec autant de zèle que de talent par les officiers de la *Vénus* en 1837.

j'ai pratiquée dans le globe terrestre par le plan du parallèle de 30° (*fig.* 13). Elle répond à une section figurée plus haut (*fig.* 11), mais qui n'entame pas la croûte et qui n'avait d'autre objet que d'en mettre en évidence les bombements et les dépressions superficiels. Sur la figure, on voit comment l'excédent d'épaisseur et de densité de la croûte solidifiée sous les mers peut compenser actuellement la faible densité des eaux supérieures, et faire équilibre aux saillies continentales sous lesquelles les couches profondes sont encore à l'état de liquidité ignée. On verra plus loin comment cette compensation toute spontanée s'est produite peu à peu, en même temps que les accidents de la croûte s'accentuaient, en sorte qu'elle a pu avoir lieu à toutes les époques.

Je dois ici prévenir une difficulté dont le lecteur pourrait être frappé. A mesure que la Terre se refroidit, son noyau liquide se contracte; la croûte déjà formée, qui garde sa température actuelle et dont les couches internes diminuent de volume en cristallisant, semble devoir cesser tôt ou tard de s'appuyer sur la masse liquide interne. Que deviennent en cette occurrence les considérations précédentes ? La réponse est écrite d'avance dans le passage suivant d'Élie de Beaumont [1] :

« La tendance naturelle d'un pareil phénomène serait de séparer la masse liquide intérieure de l'enveloppe solide extérieure, en laissant cette dernière suspendue, sous la forme d'une voûte sphérique, au-dessus d'un vide annulaire. Mais aujourd'hui même que la croûte solide extérieure est devenue plus épaisse qu'à aucune des époques précédentes, son épaisseur est probablement inférieure à 50000^{m}, c'est-à-dire à $\frac{1}{250}$ de son diamètre. Toute proportion gardée, elle est et elle a toujours été infiniment plus mince que la coquille d'un œuf, et, eu égard à la faiblesse de sa courbure et au nombre indéfini de ses fissures, il me paraît impossible qu'elle ait jamais pu se soutenir sans appui. Son poids l'a donc tenue constamment appuyée sur le liquide intérieur. »

J'ajoute qu'il n'en sera pas toujours ainsi.

Dans quelques millions d'années, lorsque la croûte actuellement si mince se sera épaissie aux dépens du noyau liquide, réduit à de faibles dimensions, cette croûte aura assez de résistance pour former voûte, et lorsque le noyau se sera entièrement solidifié, la Terre sera une sorte de géode énorme ayant au centre un espace vide, comme il s'en produit, d'ailleurs, dans la fonte refroidie des boulets pleins ou des balles de plomb.

Les lignes précédentes d'Élie de Beaumont me font sentir que j'aurais tort de clore cette partie de mon travail sans rec-

---

(1) *Notice sur les systèmes des montagnes*, p. 1237.

tifier l'impression que peut produire la coupe de la *fig.* 13 à cause de son exagération. Représentons la Terre par un cercle de $0^m,020$ de rayon : l'échelle sera de $\frac{1}{320000000}$. A ce compte, l'épaisseur de la croûte terrestre sous les continents, qu'on évalue à 40^{km}, serait de $\frac{1}{8}$ de millimètre; si elle est triple sous les mers, son épaisseur sur le dessin irait à un peu plus d'un tiers de millimètre. Quant à la profondeur moyenne des mers ou à la saillie d'un plateau de 4000^m, elles se réduiraient à $\frac{1}{80}$ de millimètre (*fig.* 14). Un simple trait

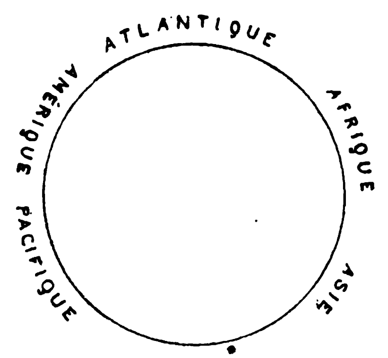


Fig. 14. — Coupe de la Terre à l'échelle de $\frac{1}{320\,000\,000}$.

fin contiendrait donc dans son épaisseur les mers et l'écorce continentale; un renforcement de ce trait suffirait pour représenter la croûte sous-marine. Ce croquis donne une idée assez juste de la prédominance énorme du noyau liquide et de l'influence des pressions sous-marines dont le lent accroissement se borne à soulever imperceptiblement les continents.

Ajoutons que la pression de cette écorce de 10 lieues d'épaisseur minima, qui pèse partout sur le vaste noyau incandescent, a fait disparaître depuis longtemps le phénomène des marées sur cette masse liquide emprisonnée, et que les phénomènes astronomiques de la précession et de la nutation luni-solaire se passent à très peu près comme si l'ensemble était non seulement solide, mais absolument rigide.

CONSÉQUENCES GÉOLOGIQUES.

Je disais plus haut que la solution des contradictions scientifiques a toujours été féconde. Si celle que je viens d'exposer est vraie, c'est la Géologie qui devra en profiter. Déjà les géologues ont senti que la mesure de l'intensité de la pesanteur en différents points du globe pouvait les renseigner sur l'état des couches profondes; à ce point de vue, M. de Humboldt qualifiait le pendule d'instrument géognostique. On

doit en dire autant des triangulations des géodésiens combinées avec les observations astronomiques qui servent à déterminer la direction de la verticale. La solution que je viens de donner, d'après ces nouvelles sources d'information, nous permettra donc de jeter quelque lumière sur le grand problème de la Géologie, à savoir la formation des montagnes, ou plutôt celle des continents, dont les montagnes ne sont, au fond, qu'un accident.

Les géologues, à qui les considérations précédentes ont échappé, parce qu'elles semblent se rapporter exclusivement à une science très accessoire pour eux, ont proposé diverses solutions qui contiennent chacune une part de vérité, mais non toute la vérité. Les uns ont supposé que les montagnes

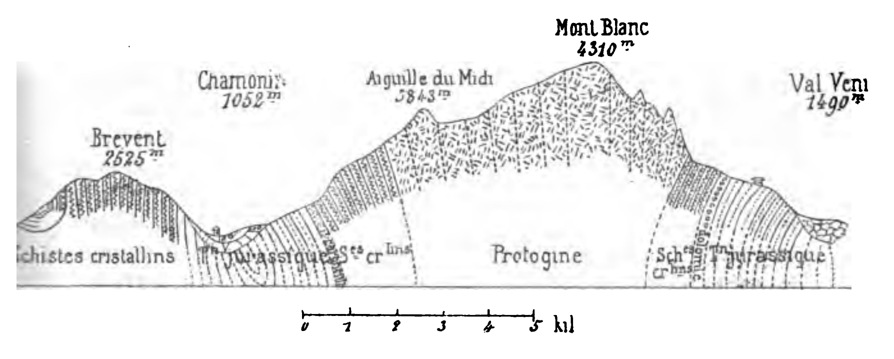


Fig. 15. — Coupe du mont Blanc.

sont le résultat direct d'une poussée intérieure que le noyau terrestre, à l'état de fluidité ignée, exercerait sur sa croûte solide par le dégagement violent de gaz ou de vapeurs élastiques. C'était l'idée de M. Léopold de Buch; ce célèbre géologue y trouvait l'avantage de rattacher à une même cause le soulèvement des montagnes et les éruptions des volcans (¹).

Les autres pensent que les chaînes de montagnes sont le ridement d'une écorce devenue trop ample par suite du refroidissement et de la contraction progressive du noyau liquide.

Il y a beaucoup de vrai dans la première opinion. Si vous jetez les yeux sur cette coupe du mont Blanc (*fig.* 15), vous reconnaîtrez, en effet, qu'une cause puissante a poussé de bas en haut, jusqu'à 4000m d'altitude, une énorme masse centrale de granite protogine, surgissant à l'état pâteux à travers une large fissure de l'écorce terrestre. Cette masse soulevée a relevé de chaque côté les assises horizontales des terrains

(¹) On sait aujourd'hui que ces deux phénomènes sont d'ordres tout à fait différents.

de sédiment de diverses époques, comme ferait un doigt passant à travers une boutonnière. Le soulèvement est évident, mais quelle en est la cause ? En quoi consiste cette réaction du noyau interne contre sa croûte ? Impossible de l'attribuer à des gaz ou à des vapeurs qui se dégageraient de cette masse incandescente. Il y a longtemps qu'elle a parcouru toutes les phases des actions chimiques ou physiques et qu'elle est débarrassée des matériaux gazeux. Elle était depuis longtemps inerte et sans ressort élastique lorsque se sont produits les grands phénomènes géologiques dont il s'agit ici, et, si des phénomènes locaux, d'une analogie purement apparente, se produisent encore sous nos yeux dans les volcans, c'est que l'élément explosif, l'eau, vient de l'extérieur : il a pénétré de haut en bas jusqu'à la région ignée par des conduits très voisins des soupiraux d'éjection.

La seconde idée renferme aussi un pressentiment de la vérité, puisqu'elle rattache le soulèvement des montagnes au refroidissement du globe terrestre. Mais, après avoir lu les lignes citées plus haut où Élie de Beaumont déclare que l'écorce terrestre doit avoir été toujours maintenue par son poids en contact avec le noyau liquide, on ne comprend pas le bossellement qui, suivant lui, se produit dans la croûte terrestre chaque fois qu'elle a acquis une ampleur incommode par suite du retrait du noyau. Il y a là deux assertions contradictoires. Sans doute la rigidité de l'écorce terrestre nous frappe lorsque nous en découpons quelques mètres cubes dans une couche de calcaire compact ou de granite. Mais cette rigidité n'existe pas dans l'ensemble. Le poids de cette couche doit y produire aisément, à tout instant et dans chacune de ses parties, la compression ou même l'écrasement infinitésimal nécessaire pour la tenir appliquée sur le noyau interne. Pour mieux expliquer ma pensée, considérons dans l'écorce une zone sphérique de 1^m de largeur sur 40 millions de mètres de circonférence et 40000^m de profondeur, et supposons que cette zone se trouve avoir une lieue de trop en longueur par l'effet du retrait susdit. Pour faire disparaître cette ampleur incommode, il suffirait que chaque prisme vertical de 1^{mq} de base subît peu à peu, par l'effet de son propre poids (120 millions de kilogrammes), une compression latérale d'un dixième de millimètre, tandis que, dans l'hypothèse d'Élie de Beaumont, il faudrait que tous ces efforts vinssent se réunir et se sommer au même endroit pour y produire l'écrasement d'un fuseau unique, comme entre les deux gigantesques mâchoires d'un étau, et former un rempli équivalent à l'expulsion d'un prisme de 1 lieue d'épaisseur sur 10 lieues de profondeur.

Si Élie de Beaumont a passé outre à ces difficultés, c'est

que l'étude approfondie des systèmes de montagnes lui avait fait entrevoir, dans leurs directions, un agencement presque géométrique découpant la surface du globe terrestre en figures régulières. Considérant qu'une nappe horizontale de basalte qui se refroidit se divise spontanément en prismes hexagonaux, il a pensé qu'un phénomène analogue devait se produire sur une sphère, sauf la substitution de divisions pentagonales aux divisions à six pans d'une figure plane, et celle d'un écrasement à une fissure par retrait linéaire.

Il est remarquable que cette conception tendrait à conserver à l'écorce terrestre sa figure première, sauf la formation de quelques rides croisées dans des sens déterminés. Mais, si l'on jette les yeux sur la coupe de la *fig.* 11 ou sur la mappemonde de la *fig.* 10, que notre illustre géologue avait pourtant sous les yeux dans son cabinet, on verra que ce n'est pas la croûte terrestre qui a conservé sa figure primitive, mais bien la surface des mers. La croûte solide, au contraire, s'est singulièrement déformée dans la suite des âges géologiques; en particulier, dans le sens du diamètre de Paris, elle s'est bombée à un bout et largement déprimée à l'autre. Le gros du phénomène qu'il s'agit d'expliquer est donc tout autre qu'une symétrie pentagonale ou tétraédrique : il s'agit de la dépression progressive du bassin des mers et du soulèvement progressif des continents, accompagnés du maintien de la figure mathématique de la Terre et non de la figure de son écorce.

L'idée nouvelle que je propose se réduit à ceci : La dépression progressive du bassin des mers est due au refroidissement plus rapide qui se produit au-dessous d'elles dans la croûte terrestre, en vertu de l'excès de pression que la croûte sous-marine exerce sur la masse interne et qui se transmet, à travers cette masse liquéfiée, jusqu'aux parties faibles de l'écorce. Il en résulte un exhaussement correspondant de ces parties faibles qui constituent les continents soulevés. Voilà pour la partie géologique.

Évidemment, ces phénomènes-là n'ont pas de rapport avec les pôles ou l'équateur terrestre. Ils dépendent uniquement du retrait de la couche primitive, de ses fractures, d'un premier partage des eaux, etc. Il semble donc qu'ils aient dû entraîner la déformation de la figure mathématique du globe, laquelle est essentiellement liée à la distribution des masses par rapport au mouvement de rotation. Mais nous avons vu que les premiers phénomènes portent avec eux un véritable correctif tout spontané; car, si l'exhaussement des masses continentales tend à entraîner les eaux de leur côté, le défaut correspondant de densité de la croûte sous-jacente tend à produire l'effet contraire, ce qui laisse à peu près invariable la configuration des mers, c'est-à-dire la figure mathé-

matique de notre globe. Il en est de même sous les mers où la dépression est compensée par l'accroissement d'épaisseur de la couche sub-océanique. Ainsi les forces considérables qui déterminent cette figure ont beau jeu, puisque les forces déviatrices se compensent d'elles-mêmes par rapport à cette figure, tout en produisant sur l'écorce terrestre de notables effets de déformation.

Le côté faible de cette théorie, c'est que nous ne saurions assigner les débuts de l'inégal refroidissement qui fonctionne sous nos yeux, et dont nous voyons les résultats accumulés depuis des millions d'années. La Terre, en effet, ne présentait que des accidents insignifiants au début des périodes géologiques. Les continents n'existaient pas encore. Les eaux couvraient toute la Terre, sauf quelques îles ou archipels déjà établis sur les lignes de fracture par où les matériaux intérieurs s'étaient épanchés çà et là, apportant une variété d'éléments chimiques qui ne se montrait certainement pas dans la première écorce. Mais il a suffi qu'au bout de cette période de remaniements qui nous échappent, de légères inégalités se soient produites pour qu'aussitôt la cause que je signale se soit mise à l'œuvre, chargée désormais d'accuser et d'amplifier ces inégalités.

S'il en est ainsi, si les lignes de fracture qui divisent l'écorce terrestre, et qui donnent à ses vastes fragments la mobilité nécessaire, remontent en partie aux premiers temps, les déformations actuelles ne doivent pas s'écarter complètement d'une sorte de plan primitif dessiné par ces fractures; elles peuvent offrir encore, comme l'a si brillamment soutenu Élie de Beaumont, une certaine symétrie géométrique. Cette symétrie serait inadmissible, au contraire, si ces fractures étaient de date récente, si elles s'étaient produites *successivement*, selon les exigences du rempli, sur une écorce de plus en plus déformée. Or ces idées me semblent être conformes aux notions actuelles. En effet, malgré les mouvements de bascule variés qui ont fait émerger et immerger alternativement des portions très étendues de la croûte terrestre, il paraît que quelques-uns des traits généraux des dislocations remontent à une époque très ancienne. Celles-ci ont singulièrement varié, sans doute, mais sans sortir tout à fait d'un premier cadre. De même, les montagnes ne se sont pas élevées tout à coup, par l'effet d'un écrasement transversal ou d'une explosion souterraine subite, mais peu à peu, par périodes d'exhaussements répétés dans les mêmes régions. C'est ainsi que le massif des Alpes, le plus considérable de nos régions européennes, s'est élevé par un travail continué pendant plusieurs périodes géologiques et accuse ainsi une cause toujours agissante. . . . .

C'est cette même cause qui produit encore, sous nos yeux, les faibles mouvements de bascule qu'on observe dans certaines régions de la croûte terrestre et qu'on commence à étudier sérieusement. Ainsi, sous l'influence du refroidissement inégal de cette croûte, et grâce à la transmission des excès de pression qui en résultent par l'intermédiaire de la masse liquide du noyau, le relief du globe se modifie peu à peu, tout en conservant ses grandes lignes premières. Les phénomènes volcaniques, les tremblements de terre, les retraits ou les envahissements de la mer se rattachent à cette loi, et, quand on aura déterminé les contours des grands fragments de l'écorce terrestre, la distribution des températures si inégales qui y règnent et la nature de leurs mouvements de bascule, on sera en état d'expliquer les phénomènes du passé et de prévoir, jusqu'à un certain point, les événements géologiques futurs.

Je terminerai en produisant un argument frappant à l'appui de ces idées. Il me suffira pour cela de placer en regard, sous vos yeux, une mappemonde de la Lune et une mappemonde de la Terre (*fig.* 16 et 17). Si les théories géologiques actuelles étaient fondées, comme elles ne tiennent compte que du retrait du noyau terrestre et des ridements imposés à son écorce par la nécessité de s'adapter audit noyau, les choses se seraient passées sur la Lune comme on assure qu'elles se sont passées sur la Terre. La surface de notre satellite présenterait des ridements, des dislocations pareilles aux nôtres, sur une échelle différente. En d'autres termes, elle aurait ses chaînes linéaires de montagnes, comme les Cordillères qui bordent à l'occident le double continent américain. Au lieu de cela, vous n'y voyez que des accidents circulaires, une foule de cirques grands ou petits en forme de cratères qui n'ont d'ailleurs rien de volcanique (1). N'êtes-vous pas frappés de ce contraste, ou plutôt de cette opposition entre les deux globes ? Eh bien, cette différence tient uniquement à ce que la Terre a été et est encore couverte d'eau, tandis que la Lune n'en a jamais eu. Par suite, le refroidissement de la croûte terrestre a procédé inégalement : bien plus rapide et plus profond sous les mers que sous les terres émergées, il a creusé de plus en plus leurs bassins, provoqué l'exhaussement des continents et poussé au dehors les saillies des montagnes tout le long des fractures linéaires, tandis que le refroidissement de la croûte lunaire a toujours été égal et n'a présenté que des accidents locaux sans ressemblance avec les nôtres. Aussi

(1) Voir à ce sujet ma Notice sur la *Comparaison de la Lune et de la Terre au point de vue géologique* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1881.

la Terre, si son eau était enlevée, paraîtrait-elle étrangement

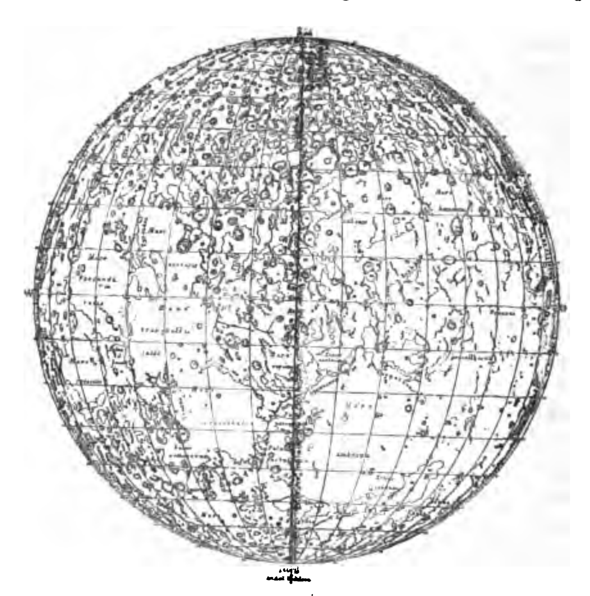


Fig. 16. — Lune.

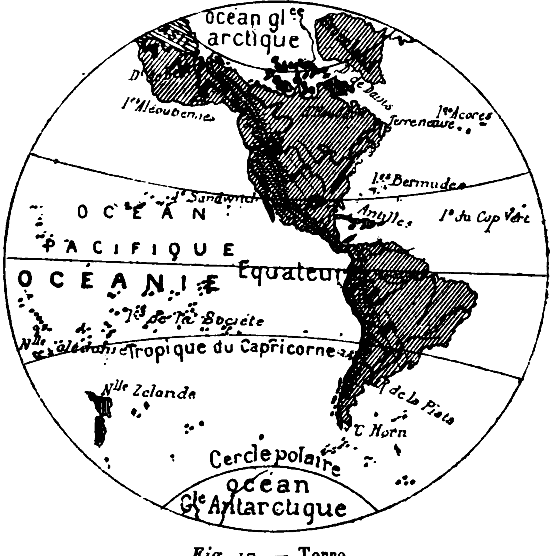


Fig. 17. — Terre.

bossuée aux habitants de la Lune, tandis que la Lune nous apparaît sous une forme parfaitement sphérique.

Ainsi l'étude de la figure de la Terre, le phénomène si frappant de la persistance de cette figure à travers les âges géologiques nous conduisent à nous faire une idée nette du mode de soulèvement des continents et des chaînes de montagnes, et l'Astronomie nous en offre, sur notre satellite, une vérification frappante. Évidemment la Géodésie et l'Astronomie ne peuvent aller au delà de ces indications générales : c'est aux géologues qu'il appartient d'approfondir les grandes questions qui s'y rattachent.

L'élevage des autruches.

L'élevage des autruches, si florissant au Cap pendant quelques années, subit actuellement le contre-coup de la crise générale des affaires, au point d'être déjà passé au rang des industries surannées. Là aussi, c'est l'excès de la production qui a tué la poule aux œufs d'or. Un correspondant de Field donne à ce sujet des détails qui méritent d'être notés.

Personne ne s'était avisé avant 1864, paraît-il, de domestiquer l'autruche. Le premier qui eut cette idée fut un fermier du district d'Aberdeen (colonie du Cap). Encore se tint-il à un spécimen unique de l'espèce. Mais l'expérience suffisait pour montrer le parti qu'on en pouvait tirer. Vers 1869, M. J. Booysen, de Graaf-Reinet, et M. Joel Meyers, d'Aberdeen, s'associèrent pour exploiter cette idée en grand. Ils réussirent si bien qu'au bout de quatre ou cinq ans ils pouvaient déjà mettre en vente des quantités considérables de jeunes, et réaliser de beaux profits. L'introduction de l'incubateur artificiel par M. Douglas, de Crahamstown, en 1874, vint subitement donner un élan prodigieux à l'industrie naissante. Tout le monde se mit à élever des autruches : c'était un moyen de fortune si simple et si certain qu'il en venait à éclipser la spéculation sur les mines de diamants, et que la plupart des fermiers abandonnaient pour s'y consacrer la culture régulière. L'outillage, était en effet des plus simples. Il suffisait d'enclore avec du fil métallique les premiers terrains venus et d'y parquer les autruches, qu'on chassait au moment voulu dans des espaces plus resserrés, pour les dépouiller de leurs plumes. L'autruche ne volant pas (elle ne s'aide de ses ailes que pour accélérer sa course) et ne pliant pas sa forte jambe, reste prisonnière comme un bœuf ou un mouton dans la clôture la plus élémentaire.

» C'était l'Eldorado à la portée de tous, dit l'auteur de cette étude. Aussi ne parlait-on plus d'autre chose dans la colonie. L'apathique et obèse Boër, assis sur son *stoep*, la pipe à la bouche et la tasse de café près du coude, pouvait désormais

s'abandonner en paix aux rêves les plus brillants. Chaque poussin qui venait à ses pieds picorer les restes du dîner représentait une bank-note, chaque plume une pièce d'or. Qui aurait encore voulu se condamner aux soins et aux soucis de l'agriculture ordinaire? On se moquait bien, désormais, de la sécheresse, des sauterelles et de la clavelée! J'ai vu offrir à un Boër de mes amis jusqu'à 700 £ (15500^{fr}) d'un couple d'autruches; il ne l'aurait pas donné pour 1000. C'étaient les plus beaux reproducteurs du pays. Quatre couvées par an, régulièrement, de quinze poussins chacune; et ces poussins, à quatre mois, se vendaient aisément 75^{fr} par tête! Son couple d'autruches lui valait donc un revenu annuel de 17500^{fr}. »

C'est en 1879 et 1880 que l'industrie nouvelle arriva à son apogée. A ce moment, tous les terrains disponibles, à proximité des villes et des villages, et la plupart des jardins, s'étaient transformés en parcs à autruches. Les plumes étaient aux plus hauts cours : une livre pesant de *blanches premières* se vendait couramment 1000^{fr} et parfois 15, 16, 1700^{fr}; la paire de reproducteurs des meilleures races valait de 5 à 8000^{fr}; un jeune, avant la première plume, 7 à 800^{fr}, un poussin de neuf mois, 3 à 400^{fr}; un poussin sortant de la coquille, 125^{fr}. Naturellement, la spéculation s'en mêlait et les prix n'étaient même plus en rapport avec les bénéfices possibles. Vers 1881, la réaction se fit. Des maladies inconnues s'attaquèrent au foie et aux poumons de l'autruche domestiquée. Le prix des plumes baissa presque subitement au tiers de la valeur qu'elles avaient atteinte. Il y eut une panique; les plus beaux poussins trouvèrent peu d'acheteurs à 2 et 3^{fr}. Quant aux oiseaux tout venus, personne n'en voulait plus. La crise devint générale; les faillites succédèrent aux faillites; l'œuvre commencée par l'excès de production fut achevée par la maladie. Aujourd'hui, tous les éleveurs d'autruches qui n'ont pas été vendus par autorité de justice et réduits à s'en aller travailler aux mines reviennent graduellement aux anciens modes de culture et d'élevage, au maïs, à la laine, à la viande de boucherie.

Le parc à autruches sera désormais au Cap ce qu'il devrait être depuis dix ans en Algérie, une simple annexe de la basse-cour.

ERRATUM.

N° 306, page 298, ligne 12 en descendant, *au lieu de :* dépend du degré d'acuité de chaque son, *lisez :* du degré d'intensité.

Le Gérant : E. COTTIN.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

14 MARS 1886. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 311.

CONFÉRENCE DU 20 MARS

à 8h 30m *du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.*

M. le Dr **Oustalet**, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle : *Les oiseaux voyageurs.*

Président : M. **Milne-Edwards**, membre de l'Institut.

Mort de M. F. Le Blanc.

Le Conseil de l'Association scientifique vient d'éprouver une nouvelle perte. M. Félix Le Blanc, qui depuis l'année 1871 remplissait les fonctions de Secrétaire de la Commission scientifique avec le plus grand dévouement, est mort le 9 mars.

M. Le Blanc était professeur de Chimie à l'École centrale des Arts et Manufactures. Elève, puis collaborateur de Dumas, M. Le Blanc avait entrepris d'importants travaux sur plusieurs points obscurs de la science, et notamment sur l'oxyde de carbone. Vérificateur en chef du gaz de la Ville de Paris, il avait organisé un service d'essais scientifiques. Comme vice-président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, M. Le Blanc avait aussi rendu d'importants services.

Le tremblement de terre de l'Andalousie du 24 décembre 1884;

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE,

Par M. FOUQUÉ,
Membre de l'Institut.

Parmi les phénomènes dont l'étude rentre dans le domaine de la Physique terrestre, il n'en est pas de plus terrible dans ses effets, de plus mystérieux dans ses causes que les trem-

blements de terre. Les effets produits n'ont jusqu'à présent, malgré leur intensité, conduit qu'à des conclusions incertaines relativement à la nature du fait initial auquel ils doivent leur origine. Tels qu'ils sont connus aujourd'hui, ils sont insuffisants pour permettre d'établir une théorie rationnelle à laquelle on puisse les rattacher sûrement. Aussi, parmi les physiciens et les naturalistes, est-on d'accord pour reconnaître qu'ils doivent être étudiés à l'aide de moyens nouveaux, de procédés présentant un haut degré de précision et fournissant par conséquent des données à la fois positives et neuves.

Dans tout tremblement de terre violent, l'arrivée de l'ébranlement à la surface du sol est précédée par un bruit sourd, comparable en général aux grondements d'un tonnerre lointain. Tantôt ce bruit a cessé quand les secousses se manifestent, et tantôt il persiste encore, de telle sorte que les deux phénomènes empiètent l'un sur l'autre. Les secousses affectent des caractères différents dans les divers points qu'elles atteignent; ici c'est une trépidation qui est ressentie, là c'est un mouvement ondulatoire. L'intensité, la direction et le caractère du mouvement sont d'ailleurs susceptibles de varier en un même lieu. L'épicentre, lieu des points où les secousses peuvent être assimilées à une série de chocs verticaux, présente une étendue déterminée et une forme particulière. A partir de là, le mouvement se propage avec des vitesses presque toujours inégales dans les différentes directions et s'étend à des distances variables. Enfin, la constitution géologique de la région qui est le théâtre du tremblement de terre exerce une influence évidente sur ses effets et est en relation probablement intime avec sa cause.

L'exposé de ces faits suffit pour démontrer la diversité des phénomènes qu'il s'agirait de constater avec précision. Apprécier exactement les plus faibles tressaillements du sol comme les chocs les plus intenses, déterminer à une seconde près le moment de leur début en chaque point, leur durée, les variations de leur direction et de leur intensité, de manière à pouvoir tracer sûrement les courbes qui représentent le lieu des points simultanément ébranlés, fixer également dans chaque localité l'instant de l'arrivée du bruit précurseur, sa durée, le moment de son maximum d'intensité, telles sont les questions que se pose actuellement la science et dont elle réclame la solution rigoureuse. Joignez à cela l'examen géologique détaillé de la région et sa comparaison avec la distribution des phénomènes sismiques qui s'y produisent : on aura ainsi le programme des recherches qu'implique l'étude d'un tremblement de terre.

Pour atteindre le but cherché et faire véritablement progresser la question, il faut le concours d'un grand nombre

d'observateurs et surtout l'emploi d'un outillage de précision comparable à celui qui sert aux expériences diverses des laboratoires de physique. Il faut des instruments enregistreurs d'une exquise sensibilité, inscrivant, à une seconde ou même à une fraction de seconde près, toutes les phases du phénomène au point de vue du temps et signalant avec une égale perfection tout ce qui est relatif au caractère des vibrations du sol. Il faudrait en même temps que ces instruments fussent assez solides et assez stables pour que des chocs violents n'en altérassent pas le bon fonctionnement.

C'est seulement depuis une trentaine d'années que l'idée de la nécessité d'un outillage sismique de ce genre a peu à peu pénétré dans les esprits. Sous l'influence d'une telle préoccupation, des observatoires spéciaux se sont fondés et des sismographes de construction variée y ont été installés. Les établissements créés en Italie, en Suisse et au Japon, dans des districts spécialement éprouvés par les tremblements de terre, méritent surtout d'être mentionnés. Ces observatoires ont servi de modèles à ceux qui, plus isolément, ont été depuis lors inaugurés dans d'autres pays. Mais évidemment ils ne fonctionnent utilement que comme indiquant l'état physique d'une région limitée dont ils occupent le centre; si un tremblement de terre survient en dehors de leur circonscription normale d'études, ils ne peuvent plus procurer que des renseignements accessoires. Pour rendre leur intervention efficace, dans tous les cas, il faudrait multiplier leur nombre dans des proportions qu'on ne peut espérer. Ce qui est à désirer aujourd'hui, c'est que chacun de ces observatoires, en outre des services qu'il est appelé à rendre régulièrement comme centre d'étude, serve en même temps de lieu de dépôt pour un nombre considérable de sismographes dont il aura étudié la marche et vérifié le bon fonctionnement. Quand un tremblement de terre se produirait dans une province plus ou moins éloignée, on viendrait, dans la réserve du plus rapproché de ces observatoires, chercher des instruments susceptibles d'être transportés et utilisés dans le district frappé. Un cataclysme sismique est très rarement composé d'une manifestation unique; dans la presque totalité des cas, les secousses sont multipliées, et, en supposant que les premières échappent à l'observation, il serait possible d'enregistrer et de contrôler celles qui suivent. De bons observateurs munis d'instruments enregistreurs installeraient dans des points choisis de la région ébranlée les sismographes de précision et surveilleraient en outre, de temps en temps, la marche de ces appareils; telle est pour nous la manière dont il faudrait suivre le développement de chacun de ces grands phénomènes.

Avouons de suite que l'on est encore loin de cet idéal. Les observateurs capables et de bonne volonté ne font pas défaut; les instruments actuellement en usage dans les observatoires, sans être parfaits, pourraient être utilement employés : ce qui manque surtout, c'est une organisation d'ensemble. Dans une guerre, il ne suffit pas d'avoir de bons soldats et des capitaines expérimentés, il faut en outre qu'il y ait des arsenaux bien garnis d'armes, que ces armes soient mises en temps convenable à la disposition des troupes et employées sous la direction d'un plan stratégique conçu à l'avance.

Cependant, ce qui s'est passé dans ces dernières années montre que les échecs des chercheurs scientifiques ne sont pas irrémédiables; on voit les causes de ces insuccès et l'on peut espérer que dans un avenir prochain ce fâcheux état de choses cessera. Les publications parues depuis trente ans sur les tremblements de terre attestent un grand progrès quand on les compare aux écrits antérieurs sur la même question. Que de science et de travail dans les mémoires de Mallet, Rossi, Favaro, Palmieri, Silvestri, Perrey, Heim, Forster, Seebach, Lasaulx, Ratzel, Hœfer, Pilar, Falb, Suess, Milne et tant d'autres dont il serait trop long de citer les noms ! Malgré l'imperfection des moyens d'étude, des faits importants ont été constatés; des méthodes ingénieuses ont été proposées pour tirer des faits d'observation des conséquences théoriques intéressantes; des conceptions hypothétiques variées ont été mises au jour, attaquées aussitôt et combattues non moins vivement; la statistique a été appelée à fournir son contingent d'arguments, en un mot la question a été examinée et retournée sous les aspects les plus divers. La lutte des pionniers scientifiques avec la nature était inégale, mais elle a été soutenue avec vigueur et les efforts qu'ils ont déployés montrent que, dans l'avenir, le succès est possible.

Les observatoires de Physique terrestre italiens, suisses et japonais ont déjà fait connaître ce fait curieux que, dans ces pays, les mouvements du sol sont extrêmement fréquents; plus les sismographes s'y perfectionnent, et plus les catalogues de tremblements de terre inscrivent chaque année des nombres plus élevés. En Suisse, par exemple, on a constaté 69 tremblements de terre de novembre 1879 à la fin de décembre 1880, et 166 dans l'année 1881. En Italie, le sol a paru à diverses reprises, pendant plusieurs mois, incessamment agité. Si l'on tient compte de tous ces résultats, on arrive véritablement à penser, avec Humboldt, qu'il n'est pas un instant durant lequel notre globe ne manifeste, par quelque phénomène extérieur, l'activité interne qui l'anime.

Cependant les tremblements de terre sont loin d'être également fréquents dans toutes les régions des deux hémisphères.

Certains pays ont le fâcheux privilège de subir souvent leurs effets désastreux; tels sont, sur les bords de la Méditerranée, l'Italie, la Grèce, l'Asie Mineure, la Syrie, l'Algérie, le Maroc, l'Espagne; dans les Alpes ou sur leurs contreforts, la Suisse, le Tyrol, la Croatie, la Styrie, la Carinthie, la basse Autriche; en Amérique, la Californie, le Mexique, le Guatemala et les pays voisins, le Venezuela, la Colombie, le Pérou, le Chili; en Asie, les îles de la Sonde et le Japon. Les districts volcaniques, les grandes montagnes d'âge géologique récent, les côtes abruptes et découpées, bordées d'une mer profonde, telles sont les contrées les plus souvent ravagées par les ébranlements du sol, ce qui revient à dire, en résumé, que les régions les plus sujettes aux tremblements de terre sont celles où le sol est le plus bouleversé, le plus fracturé. Les grandes plaines de la Russie et de l'Allemagne du Nord, les pampas de l'Amérique du Sud ne subissent pas ces effrayants phénomènes. Des secousses peu intenses et d'ailleurs exceptionnelles ont été cependant observées dans quelques plaines basses, telles que celles de la Flandre et de la Hollande.

L'Andalousie est la partie de l'Espagne la plus éprouvée par les secousses; souterraines depuis un siècle elle a eu onze fois à souffrir de violents cataclysmes de ce genre : en 1790, 1802, 1804, 1822, 1823, 1826, 1829, 1836, 1841, 1845, 1884.

C'est cette dernière catastrophe qui a motivé l'envoi en Andalousie d'une mission chargée, par l'Académie des Sciences, d'explorer le théâtre du phénomène et d'étudier la relation entre les données sismiques et la constitution géologique du pays.

Ce point de vue est surtout celui qui avait inspiré le promoteur d'envoi de la mission, M. Hébert, et celui que l'Académie avait cru susceptible de recevoir une solution satisfaisante dans l'état actuel de la science. Telle est la raison qui a déterminé le choix des membres de la mission essentiellement composée de géologues : MM. Michel Lévy et Marcel Bertrand, ingénieurs des mines; Barrois, maître de conférences à la Faculté des sciences de Lille. J'ai eu l'honneur d'être appelé à diriger l'expédition. Enfin, quelques jeunes naturalistes nous ont été adjoints pour nous servir d'aides et pour compléter sur place leur éducation géologique.

A notre arrivée en Espagne nous avons été accueillis avec toute la faveur possible par les savants du pays et par les représentants du gouvernement espagnol. La petite ville de Velez Malaga a été le point de départ de nos excursions. Grâce à l'obligeance des autorités de la province nous avons trouvé là tout ce qui était nécessaire à notre équipement et à notre mise en campagne.

La partie de l'Andalousie la plus maltraitée par le tremble-

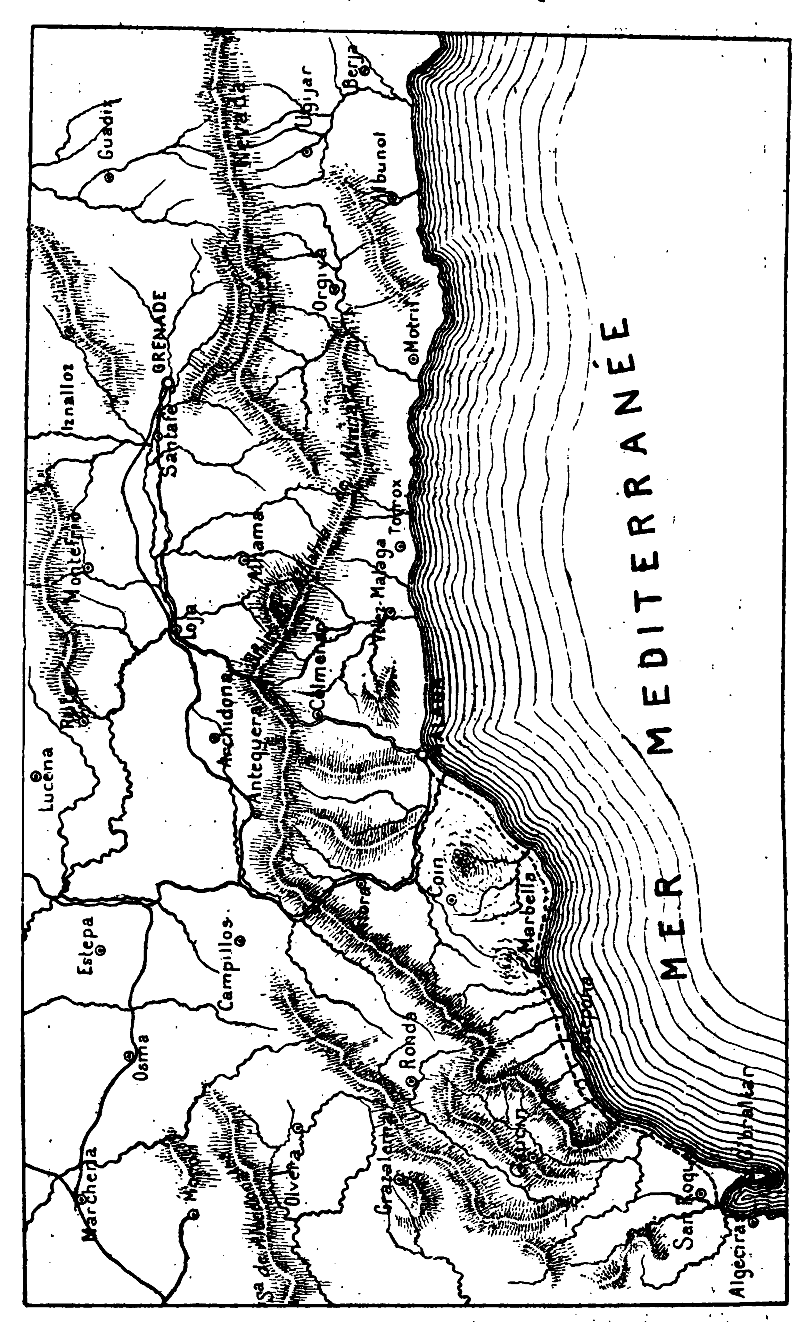

Guadix
Ugijar
Berja
Albunol
Nevada
Orgiva
Motril
GRENADE
Iznalloz
Santafé
Montefrio
Loja
Alhama
Torrox
Velez-Malaga
Colmenar
Archidona
Antequera
Lucena
Estepa
Campillos
Ronda
Coin
Marbella
Marchena
Olvera
Grazalema
San Roque
Algeciras
MER MEDITERRANÉE

Fig. 1.

ment de terre du 25 décembre 1884, en d'autres termes, celle qui correspond à l'épicentre, est située de part et d'autre d'une chaîne de montagnes abrupte appelée sierra Tejeda, qui sert de limite aux deux provinces de Grenade et de Malaga. A l'ouest elle se continue avec la sierra de Chorro qui longe un massif arrondi, en partie composé de roches éruptives et connu sous le nom de serrania de Ronda. A l'est, la sierra Tejeda s'incurve vers le nord-est; mais, en même temps, au niveau de cette courbure, elle s'unit à une autre chaîne qui semble en être la continuation et qui porte le nom de sierra Almijara. Les trois sierras de Chorro, Tejeda et Almijara forment en réalité orographiquement une chaîne unique qui court à peu près parallèlement à la côte sud de l'Andalousie, en présentant toutefois, aux environs de la ville de Malaga, un recul vers le nord, de manière à y constituer une sorte de conque bordée de crêtes élevées (*fig.* 1) (1).

Les sommets de cette ceinture montagneuse sont hérissés de rochers calcaires d'un blanc bleuâtre, cristallins, d'aspect presque uniforme et cependant appartenant à diverses formations géologiques. Les terrains paléozoïques, le trias, le jurassique peuvent revendiquer quelques parties de ces assises. Les calcaires paléozoïques dominent dans la partie centrale de la chaîne, les dolomies triasiques et les calcaires jurassiques dans la région occidentale.

C'est seulement de ce côté que l'on y observe des fossiles.

Ces calcaires sont en contact vers le sud avec des schistes cristallins d'aspects divers, dont quelques-uns sont riches en minéraux cristallisés : mica, grenat, andalousite, disthène, staurotide, trémolite, etc. Les mêmes schistes se retrouvent sur le versant nord, mais là ils sont recouverts par des dépôts étendus de roches sédimentaires plus récentes, par des assises triasiques ou jurassiques et surtout par un bassin tertiaire en partie lacustre et en partie marin. Enfin des dépôts d'un travertin d'un blanc rosé tapissent fréquemment le tout.

Au point le plus élevé de la chaîne existe un petit bassin d'environ 10^{km} de diamètre, bien intéressant au point de vue orographique : c'est le bassin de Zaffaraya, bordé de toutes parts de crêtes calcaires et n'offrant aucun écoulement aux eaux pluviales. La petite rivière qui le parcourt y disparaît dans le sol au moyen de conduits souterrains, qui ont reçu le nom de *sumideros*.

L'épicentre est allongé, suivant l'axe montagneux; il a la forme d'une ellipse dont le centre serait sensiblement à la

---

(1) Les figures qui accompagnent la Conférence de M. Fouqué ont été mises obligeamment à notre disposition par M. le Directeur de la *Revue scientifique*.

jonction de la sierra Tejeda et de la sierra Almijara. Il comprend le petit bassin de Zaffaraya, dont il vient d'être question. Parmi les localités qu'il renferme, nous citerons Canillas de Acetuno et Periana, au sud de la chaîne; Zaffaraya et Ventas de Zaffaraya, dans le bassin du sommet; Alhama, Arenas del Rey et Albunuelas, au nord de la chaîne.

Après la secousse initiale du 25 décembre 1884 et les secousses répétées de la fin de décembre et du mois de janvier suivant, les villages dont je viens de citer les noms étaient devenus à peu près inhabitables. On n'y voyait pas une maison intacte; la plupart étaient fortement lézardées, un grand nombre n'étaient plus que des ruines. Le désastre était surtout considérable à Arenas del Rey; sur l'emplacement du village, à peine apercevait-on quelques pans de murs encore debout; l'aspect général de cette localité était celui d'un immense amas de pierres et de décombres de toute sorte, l'emplacement des rues était méconnaissable. A Alhama, ville importante, les dommages matériels ont été aggravés par le peu de stabilité d'une rangée de maisons, édifiées sur le bord d'un ravin. L'étroitesse des rues, l'ancienneté des constructions, la mauvaise qualité des matériaux entrant dans la composition des murs ont aussi singulièrement facilité les effets destructeurs du tremblement de terre. Au moment où nous avons visité cette ville, l'une des rues principales y était encore encombrée jusqu'au niveau du premier étage, par les débris des maisons en bordure de chaque côté. L'accumulation était telle qu'on n'avait pu songer à retirer tous les cadavres ensevelis sous les ruines.

On compte 690 morts et 1426 blessés dans les villes et villages au nord de la sierra Tejeda, 55 morts et 57 blessés dans ceux qui sont situés au sud. A Arenas del Rey, dont la population normale était de 1500 habitants, il y a eu 135 morts et 253 blessés. Dans tout le district éprouvé par les secousses, un relevé officiel indique environ 12000 maisons ruinées et 6000 plus ou moins endommagées.

Dans le cours de nos pérégrinations, nous avons eu l'occasion de sentir plusieurs des secousses qui ont agité le sol de l'Andalousie pendant le mois de février. La plus forte que nous ayons constatée est celle du 14 février à 8^{h} du soir. Nous étions alors, les uns à Agron, les autres à Arenas del Rey, c'est-à-dire en deux points appartenant à l'épicentre. Le bruit et la secousse ont été intenses; ils se sont succédé sans interruption sensible et ont duré chacun de six à sept secondes. Bien qu'installés à l'abri de tout danger, dans des huttes de branchages servant de demeure aux habitants des villages, nous n'avons pu nous empêcher de participer à l'impression de terreur que causent toujours ces phénomènes.

Les recueils périodiques et, en particulier, les journaux illustrés qui, immédiatement après la secousse du 25 dé-



Fig. 2. — Fentes de Guénejar, près de Grenade.

cembre, en ont relaté les principaux traits, ont exagéré beaucoup, dans leurs descriptions, les effets produits sur le sol.

Les crevasses signalées près des villages de Guaro et de Guénejar sont peu importantes, elles sont superficielles et résultent de glissements de terrain opérés sous l'action des secousses (*fig.* 2). Il s'agit tout simplement de nappes argileuses détrempées souterrainement par les eaux de source, qui sont descendues à la surface des roches solides leur servant de soubassement. Les éboulements des roches détachées des parties abruptes de la sierra Tejeda ne sont également que des conséquences des secousses sans relation immédiate avec la cause du tremblement de terre. En aucun point, nous n'avons observé de sortie violente de gaz et de vapeurs, en un mot, quelque chose ressemblant à une éruption. Les troubles dans la circulation des eaux souterraines, si fréquents dans les tremblements de terre, n'ont été manifestés que par une variation dans le volume des eaux de la source minérale d'Alhama, par un léger changement dans sa température et par la production d'une nouvelle bouche de sortie, située à environ 1^{km} de l'ancienne.

Nos observations conduisent à plusieurs conclusions. En premier lieu, elles nous ont permis de constater les dimensions et la position de l'ellipse d'épicentre. Les axes de cet ellipse ont, l'un environ 40^{km}, l'autre 10^{km} seulement. Le centre de la figure coïncide sensiblement avec le nœud qui correspond à la jonction des deux sierras Tejeda et Almijara, et atteste une relation certaine entre la position du point fondamental d'ébranlement du tremblement de terre avec les failles qui sillonnent le sol de l'Andalousie. Il y a sensiblement coïncidence entre le grand axe de l'épicentre et la principale de ces failles.

A partir de l'épicentre, les mouvements ondulatoires produits par les secousses se sont propagés dans toutes les directions, mais avec des intensités très inégales. Tandis qu'ils se sont éteints rapidement dans presque toutes les directions, ils se sont étendus en diminuant lentement d'énergie vers le sud-ouest; de telle sorte que si l'on trace sur une carte d'Andalousie la limite des points qui ont ressenti fortement le tremblement de terre sans éprouver les dommages éprouvés dans les localités de l'épicentre, on trouve que cette limite est représentée par une courbe enveloppant l'ellipse épicentrale, mais différant de celle-ci par l'orientation de son grand axe fortement incliné vers le sud-ouest.

La détermination de la vitesse de propagation des secousses constitue un phénomène bien intéressant, mais l'incertitude des données horaires en Espagne nous a rendu la détermination sur place impossible. Nous avons essayé de la fixer en nous appuyant sur l'heure de certaines perturbations constatées dans les observatoires de Greenwich et de Wilhemshafen,

et nous avons ainsi trouvé une vitesse d'environ 1500^{m}; mais nous reconnaissons que l'absence de perturbations analogues dans les observatoires français enlève singulièrement de l'autorité au chiffre que nous venons de citer.

Restait la question de la détermination de la profondeur du centre d'ébranlement. Pour la résoudre on connaît plusieurs méthodes : celle de Mallet, fondée sur l'observation de l'alignement des fentes produites par les secousses; celle de Hopkins, perfectionnée par Subach, qui repose sur le tracé des courbes isoséistes, c'est-à-dire des courbes passant par les points dans lesquels les secousses sont arrivées simultanément. Enfin, nous avons proposé nous-même d'employer une troisième méthode, dont l'idée première appartient à Falb, méthode qui s'appuie sur la connaissance de l'intervalle de temps compris entre l'arrivée de son précurseur et celui de la secousse. Ce dernier procédé implique la connaissance de la vitesse de propagation des vibrations de nature et d'intensité diverses, dans les terrains qui composent le sol de la région.

Toutes ces méthodes, excellentes en théorie, offrent de grandes difficultés dans la pratique.

Celle de Mallet est rendue tout à fait inefficace par le défaut d'homogénéité des parties que sillonnent les crevasses. Le sol, aussi bien que les murailles des édifices, se fendent suivant des directions qui dépendent beaucoup plus de leur constitution que de la nature et de l'orientation du choc qui les ébranle. Après avoir fait dans les diverses localités de l'Andalousie des tentatives nombreuses pour arriver à utiliser l'idée de Mallet, nous avons dû y renoncer et nous doutons que jamais elle soit susceptible d'application.

La méthode de Hopkins et Seebach est appelée à rendre de grands services dans l'avenir; elle n'exige qu'une seule catégorie de données précises; avec de bonnes observations horaires, elle conduit à des résultats presque certains et fournit des renseignements sur les circonstances les plus délicates du phénomène sismique. A notre grand regret nous n'avons pu songer à en tirer parti, le moyen d'avoir des données horaires continues et précises nous faisant défaut.

Enfin, la méthode de Falb a pu être employée par nous et nous a fourni pour la position du centre d'ébranlement une profondeur d'environ 11^{km}. L'observation qui nous a servi de base pour l'application de ce procédé est celle que nous avons faite à Arenas del Rey; mais pour les vitesses de propagation des vibrations, dont la connaissance nous était indispensable, nous n'avons pu utiliser que des données probables et approximatives.

Les trois moyens que nous venons de citer, comme ayant été proposés et employés pour la détermination de la position du centre d'ébranlement, ont soulevé une objection com-

mune. On leur reproche de supposer l'existence d'un centre d'ébranlement unique, et surtout d'admettre que ce centre a son origine dans un espace très limité et non le long d'une surface étendue comme celle d'une faille. Assurément dans certains cas ces objections peuvent être motivées; mais c'est à l'observateur qu'il reste en dernier ressort à les contrôler et à se prononcer sur leur valeur.

De retour en France, j'ai songé que l'expérimentation était indispensable pour venir en aide à ce que l'observation fournit directement. Associé à M. Michel Lévy, nous avons résolu d'entreprendre une série de recherches dans le but de déterminer la vitesse de propagation des vibrations dans les sols de différente nature géologique. Nous ne sommes pas les premiers à entreprendre des travaux de ce genre. Mallet en Angleterre, Abbot aux États-Unis, et dernièrement Milne au Japon ont attaqué le même problème. Nos premières recherches ont été faites en employant l'appareil qui sert aux astronomes pour fixer la direction de la verticale. Un bain de mercure réfléchit l'image de deux fils croisés qui se détachent en noir sur un fond brillamment éclairé. L'instrument est disposé de telle façon que, quand le mercure est immobile, l'œil aperçoit à la fois les deux fils croisés et leur image dans le mercure. Il y a superposition dans l'œil de l'objet et de son image; mais si le mercure est agité, l'objet demeure fixe et son image se met à osciller. Le plus petit mouvement suffit pour produire cet effet; l'appareil est d'une sensibilité merveilleuse.

Nous l'avons d'abord installé au Creusot, où le directeur, M. Schneider, avait bien voulu mettre à notre disposition les chocs des marteaux-pilons de son établissement. Établis à 1200^{m} de l'usine, nous entendions le choc d'un marteau au moyen d'un téléphone et, peu après, nous apercevions dans le mercure le déplacement de l'image des fils produit par l'arrivée des vibrations du sol. Nous notions chaque phénomène en appuyant sur un bouton communiquant avec la plume électrique du cylindre enregistreur de M. Marey.

Nous avons ainsi trouvé que la vitesse de propagation des vibrations était d'environ 1200^{m} par seconde dans le grès permien du Creusot parallèlement aux couches, et qu'elle était seulement de 1050^{m} perpendiculairement.

La même disposition utilisée à Meudon pour la propagation des vibrations dans le sable de Fontainebleau nous a conduit à une vitesse d'environ 350^{m} par seconde. Le choc était produit par la chute d'un mouton que M. Janssen avait fait obligeamment établir pour servir à nos expériences.

Le bruit de la chute du mouton nous arrivait par l'air avant que nous eussions constaté l'arrivée des vibrations par le sol dans le mercure.

Nous n'avons pas tardé à reconnaître que l'audition des

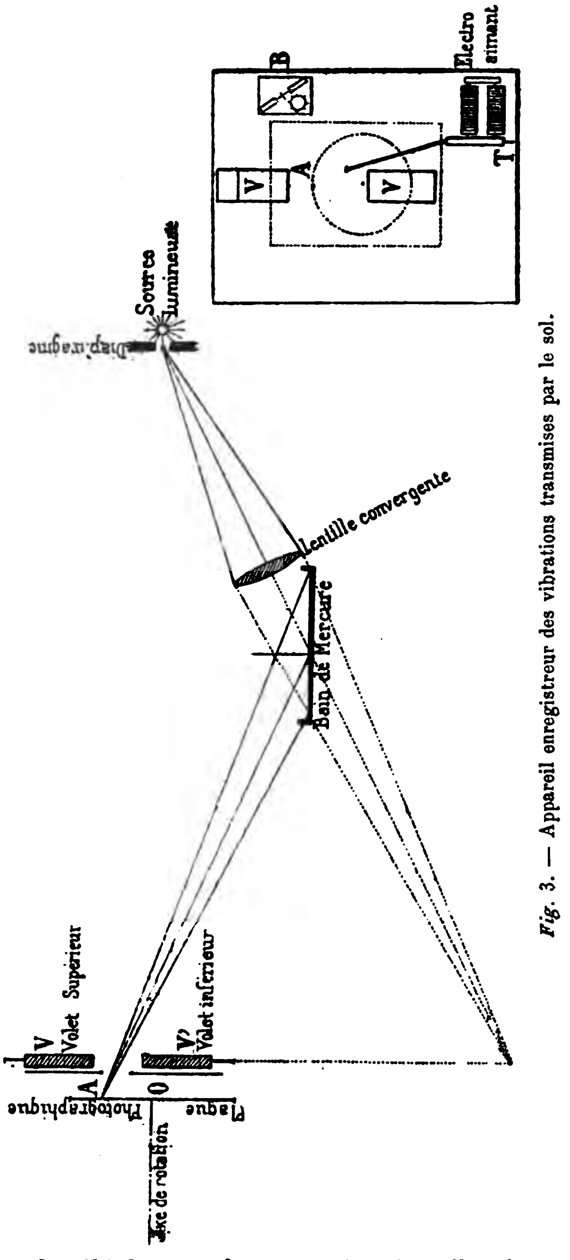


Fig. 3. — Appareil enregistreur des vibrations transmises par le sol.

chocs par le téléphone et la perception des vibrations dans le mercure donnaient lieu à des erreurs personnelles très iné-

gales. L'œil et l'oreille devaient fonctionner, l'un pour enregistrer la fin d'un phénomène et l'autre pour en marquer le commencement. La poussée du bouton à la main donnait aussi lieu à un temps perdu relativement considérable et impossible à régulariser au point de vue de sa durée. Alors nous avons conçu le projet de faire construire un appareil enregistreur fonctionnant automatiquement et, par conséquent, à l'abri de toutes ces erreurs personnelles. Nous avons eu recours à la photographie et fait établir une chambre noire de forme spéciale, pour la construction de laquelle la maison Breguet nous a prêté son concours (*fig.* 3).

Notre appareil se compose essentiellement d'un bain de mercure posé sur le sol et sur lequel vient tomber obliquement un faisceau de rayons parti d'une source de lumière intense (lampe Trouvé, éclairage au magnésium). Entre la source de lumière et le bain de mercure est une lentille convergente. Les rayons émanés de la source lumineuse viennent, après réflexion à la surface du mercure, faire leur image sur une glace sensibilisée au gélatinobromure d'argent renfermée dans une chambre noire de construction spéciale. Un mouvement d'horlogerie imprime un mouvement de rotation à la plaque sensible, de telle sorte que l'image du point lumineux décrit un cercle. Si le mercure est immobile, la circonférence ainsi tracée est régulière; elle est au contraire inégale et renflée par places lorsqu'un ébranlement quelconque est venu rider la surface du mercure. Il est essentiel que la chambre noire ne soit ouverte qu'à partir du moment du choc et qu'elle se ferme avant que la glace sensible ait décrit un tour complet, sans quoi les images des tours consécutifs se superposeraient. Pour cela, deux volets placés l'un au-dessus de l'autre sont disposés de manière à remplir ce but; le premier est déclenché par un électro-aimant traversé par un courant au moment du choc; le second, placé au-dessus de l'ouverture de la chambre noire, tombe au bout d'un temps déterminé sous l'action d'un mouvement d'horlogerie et vient fermer l'orifice de la chambre noire. On peut faire tourner à volonté la plaque sensible soit à raison de cinq secondes par tour, soit à raison de dix secondes. Les inégalités de la circonférence tracée s'apprécient à un cinquantième de seconde près. Les retards dus au déclenchage du volet, à l'inertie du mercure, au fonctionnement de l'électro-aimant sont connus avec la plus grande précision.

L'appareil est d'une sensibilité extrême et son fonctionnement se fait avec une grande facilité (*fig.* 4, 5 et 6).

Après l'avoir soumis dans les caves du Collège de France à des essais préliminaires, afin de nous assurer de sa sensibilité et de la régularité de ses indications, nous comptons le transporter en différentes localités afin de mesurer la vitesse de

propagation des vibrations dans des sols de nature diverse. Nous ferons remarquer que dans une région ébranlée fréquemment par les tremblements de terre, il pourrait, avec avantage, être installé successivement en différents points inégalement éloignés du lieu ordinaire de l'épicentre et dans diverses directions, afin de déterminer les vitesses de propagation des vibrations produites par un tremblement de terre même. Il suffirait pour cela, sur le lieu présumé de l'épicentre, d'établir un sismographe sensible et disposé de manière à produire le déclenchement du volet inférieur de notre appareil au moment



Fig. 4. — Courbe tracée sur la plaque sensible par les rayons réfléchis sur le bain de mercure quand la rue voisine est à peu près tranquille et que l'on donne des chocs sur le sol.

où il recevrait la commotion souterraine. Notre instrument est évidemment appelé à figurer comme l'un des plus utiles dans les observatoires sismiques. Avec de légères modifications, il peut s'y prêter à des recherches variées et même peut être aisément transformé en un sismographe extrêmement sensible.

Les observations des effets causés par les tremblements de terre ont conduit à des données pratiques, d'une utilité incontestable, relativement aux conditions qui doivent être remplies pour assurer, autant que possible, la solidité des constructions dans les régions sujettes à ces dangereux cataclysmes.

On a reconnu, par exemple, que toutes les parties d'un édifice devaient être intimement liées les unes aux autres, que

les façades devaient être alignées dans la direction habituelle des secousses, que des voies largement ouvertes devaient être ménagées entre les habitations et que toutes les constructions devaient être édifiées autant que possible loin du contact de deux sols d'inégale composition, et surtout qu'il fallait éviter de les élever sur un terrain meuble reposant à peu de distance sur des bancs de roche solide.

Nous n'insisterons pas sur ces résultats, quelque intérêt



Fig. 5. — Courbe tracée sur la plaque sensible au moment du passage d'une voiture suspendue dans la rue des Écoles.

qu'ils aient pourtant dans la pratique. Le but des savants qui étudient les phénomènes sismiques va plus loin. Tous voudraient arriver à pouvoir annoncer sûrement, ne fût-ce que quelques minutes à l'avance, le moment précis où l'on va être assailli par un ébranlement venu des profondeurs. Le seul signe précurseur que l'on possède aujourd'hui est la terreur manifestée par les animaux, souvent plus d'un quart d'heure avant l'apparition des secousses. Lors du dernier tremblement de terre de l'Andalousie, on a vu dans l'une des plus grandes fermes de la région tout le bétail, pris subitement dans ces circonstances d'une terreur folle, briser tous les liens et s'échapper en mugissant hors des étables. Mais des données fondées sur la sensibilité des animaux sont trop incertaines pour qu'on y attache une confiance sérieuse. Aussi cherche-t-on des signes plus sûrs dans les indications des sismographes. Il fau-

drait toutefois que ces instruments fussent toujours assez fidèles et assez sensibles pour qu'on pût compter sur la régularité et la précision des renseignements qu'ils procurent. Tous les efforts de ceux qui s'occupent de Physique terrestre tendent donc à l'amélioration de leur construction.

Ces appareils peuvent se diviser en deux catégories : les uns sont fondés sur l'emploi du pendule, les autres sont basés sur la mobilité des liquides. Dans le premier groupe, nous devons



Fig. 6. — Courbe tracée sur la plaque sensible par le passage d'un camion dans la rue des Écoles.

citer en premier lieu les sismographes de M. Milne et de M. Bouquet de la Grye. Au second groupe se rattachent tous les sismographes dans lesquels on fait intervenir les mouvements du mercure et dont les plus parfaits sont ceux dans lesquels les déplacements de la surface mercurielle déterminent, dans des directions fixes, l'établissement de contacts électriques.

Dans les observatoires sismologiques d'Italie, de Suisse et du Japon, on peut déjà voir fonctionner ces diverses sortes d'instruments avec des dispositifs variés pour l'enregistrement. Il ne s'agit plus que d'en perfectionner le fonctionnement et d'en organiser l'emploi régulier dans les régions sujettes aux désastres sismiques.

Tel est le vœu que je tiens à exprimer en dernier lieu, car il est la conséquence logique de l'enseignement qui résulte de

l'examen des particularités du tremblement de terre de 1884 en Andalousie, et de la considération des moyens d'études sismiques dont la science dispose actuellement.

Les arbres et la foudre.

A propos d'un coup de foudre récent qui a particulièrement endommagé deux arbres situés dans le bois de Richmond, dans le voisinage d'arbres n'ayant subi aucun dommage, M. G. Symons pose quelques questions des plus intéressantes : Pourquoi tel arbre situé dans le voisinage d'arbres plus grands est-il frappé de préférence? De quoi dépendent les différences souvent notables que l'on constate dans les dégâts que la foudre occasionne à deux arbres voisins? Comment expliquer la préférence que la foudre a pour l'orme et pour le chêne?... Au sujet de cette dernière question, M. Symons rappelle que, dès 1787, il avait été reconnu en Amérique que les essences le plus souvent endommagées sont l'orme, le noyer, le chêne et le pin, et qu'en 1860 il avait établi que la foudre a, en Angleterre, une préférence marquée pour l'orme, le chêne, le frêne et le peuplier. Sur 265 cas relevés durant les dix dernières années, la revue allemande *Das Wetter* trouve 165 cas ayant frappé des chênes.

Il paraît certain que la conductibilité de l'essence particulière d'un arbre joue ici un rôle considérable et peut-être prédominant. On a quelquefois attribué la tendance de la foudre vers certains arbres à la présence de métaux dans ses pores ou dans sa sève, mais cette hypothèse est inadmissible et même absurde; car la présence du fer est de nature à accroître la conductibilité, qui seule peut garantir contre les effets destructeurs. D'ailleurs, la présence simultanée du fer et du tannin à l'intérieur des chênes ne pourrait manquer de se trahir par la teinte noire que ce mélange prend à l'air, comme chacun le sait du reste. Ce n'est pas la hauteur d'un arbre qui signale celui-ci à la foudre, mais c'est sa conductibilité spéciale, ainsi que celle du terrain où il prend pied; enfin il y a lieu de prendre en considération la manière dont l'arbre communique avec le sol et, ici, la forme, l'état et la composition des racines, ainsi que le terrain avoisinant, jouent un rôle certainement capital.

Régime général du temps en Europe pendant le mois de novembre 1885.

Observations faites au Bureau central par M. FRON.

A Paris, le mois de novembre 1885 est un peu froid, avec pression forte et pluie moindre que la normale.

Le baromètre, du 2 au 17, est constamment supérieur à 760mm, le maximum principal a lieu le 7 (771mm,0). A partir du 18, au contraire, la pression est constamment basse et le minimum a lieu le 22 (744mm,8). La moyenne barométrique à midi, 760mm,6, est inférieure de 1mm,2 à la normale.

La température est généralement basse jusqu'au 22; le minimum absolu, — 2°,7, a lieu le 3. La chaleur domine, au contraire, les huit derniers jours, elle atteint à la fin du mois 15°,4 (les 29 et 30).

En France, la pluie tombe du 1 au 5, puis une période de beau temps a lieu jusqu'au 13. Des averses reprennent ensuite jusqu'au 20; elles sont très fortes dans le midi; à partir du 21, les pluies deviennent générales et abondantes. A Paris, il est tombé, en 14 jours, 44mm d'eau, quantité inférieure de 7mm à la normale.

Au point de vue de la circulation générale, quatre périodes sont à distinguer : une première a lieu du 2 au 6, les vents soufflent d'entre sud et ouest; puis ont lieu successivement deux périodes de vents d'est, très importantes, l'une de brises faibles du 8 au 14, l'autre de vents frais du 15 au 22. La fin du mois présente la quatrième période, où le mauvais temps domine par vents de sud-ouest qui règnent du 26 au 30.

Le 1er novembre appartient à la dernière période d'octobre. Les vents soufflent fort du nord sous l'action de la dépression, dont le centre est vers Charleville (752mm). La température reste basse, les averses continuent.

Première période (du 2 au 6 novembre). — *Vent d'entre sud et ouest. Température basse. Averses.* — Le baromètre est bas sur les îles Britanniques, mais les bourrasques passent loin de nous; aussi les vents sont-ils faibles du sud. Ils tournent momentanément au nord le 6 et prennent de la force sous l'action d'une dépression, formée sur l'Italie entre deux aires de fortes pressions. La température reste très basse.

Deuxième période (du 8 au 14 novembre). — *Vent d'est faible. Température voisine de la moyenne. Beau.* — A partir du 11, de basses pressions apparaissent vers Madère et restent en présence des côtes d'Espagne, où elles amènent de nombreux orages. En même temps, au nord des îles Britanniques, passe une dépression qui traverse les Shetland et se dirige vers le golfe de Bothnie, puis atteint la mer Blanche.

La France, située en dehors du cercle d'action de ces bourrasques, présente un temps beau ou brumeux avec brises faibles d'entre nord et est. Quelques pluies fortes tombent dans le midi le 13; leur venue annonce que les basses pressions vont se propager vers la Provence.

Troisième période (du 15 au 22 novembre). — *Vent d'est prenant de la force. Température basse. Pluies abondantes dans*

le midi, ondées ailleurs. — Deux zones de basses pressions séjournent l'une au nord-est, l'autre au sud-ouest du continent. La dernière seule exerce son action sur nos régions. Elle offre plusieurs minima qui oscillent à l'ouest de nos côtes. Le plus important arrive de l'ouest sur Lisbonne le 18, il remonte ensuite en longeant le littoral, et se trouve le 20 en face de la Bretagne, le 21 au sud-ouest de l'Irlande. Sa présence active les vents d'est en France, surtout en Provence, où des pluies torrentielles sont signalées. Le froid continue à dominer à Paris où il gèle les 16, 17, 18 et 21.

Du 23 au 25 a lieu une période de transition, les basses pressions de l'ouest sont refoulées vers la France et l'Italie. Le baromètre est très bas sur toute l'Europe, les vents sont faibles et indécis, la température monte rapidement. La situation devient critique.

Quatrième période (du 26 au 30 novembre). — *Mauvais temps et tempêtes du sud, puis du sud-ouest. Pluies fortes. Température élevée.* — Tandis que le baromètre reste très bas sur le continent, la pression monte rapidement en Algérie, en Espagne, et les minima se concentrent au nord-ouest des îles Britanniques où ils prennent une grande importance. Ce sont de véritables cyclones, dont le premier commence à agir le 26 sur nos côtes, où les vents prennent de la force du sud. Tandis qu'il marche vers l'Irlande, un second se détache le 27 au soir du minimum principal, prend pour lui-même, le 28, toute l'énergie du 1er et amène une violente tempête sur tout le littoral. Les gros temps continuent le 29 sous l'action d'un troisième cyclone qui se dirige aussi vers le nord-est.

En résumé, les deux tiers du mois ont été assez favorables aux travaux agricoles. Le vent d'est, sans être trop froid, a pu ressuyer les terres saturées d'eau en octobre. Mais les pluies torrentielles des derniers jours ont été nuisibles.

L'Association a reçu de MM. Plon et Cie un ouvrage curieux de M. H. de Vaujany sur *Alexandrie et la Basse-Égypte.* C'est un tableau documentaire et pittoresque des différents aspects qu'a présentés Alexandrie pendant les périodes grecque, romaine, arabe et moderne. L'auteur décrit aussi avec une foule de détails inédits les principales villes de la Basse-Égypte et le canal de Suez.

Le Gérant : E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

BULLETINS HEBDOMADAIRES N°s 312 ET 313

du 21 et du 28 mars 1886.

CONFÉRENCE DU 20 MARS

à 8h 30m du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. **Schrader**, membre de la Commission centrale de la Société de Géographie : *La race française au Canada.*

Président : M. **Grandidier**, membre de l'Institut.

CONFÉRENCE DU 27 MARS.

M. **Armand Gautier**, professeur à la Faculté de Médecine : *L'air, ses impuretés et ses contages.*

Président : **M. Debray**, membre de l'Institut.

Comment on apprend les langues étrangères.

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE,

Par M. Michel BRÉAL,

Membre de l'Institut.

Mesdames et Messieurs,

Je crains de m'être avancé beaucoup en annonçant une conférence sur ce sujet : *Comment on doit apprendre les langues étrangères.* Cela n'est pas facile à expliquer. Je n'ai pas de méthode nouvelle à vous apporter. Je veux seulement vous proposer quelques idées générales, vous soumettre quelques réflexions, et voici pourquoi : après avoir longtemps négligé l'étude des langues vivantes, nous nous y sommes mis

depuis quinze ans, après les événements que vous savez, avec beaucoup de bonne volonté et de résolution. Il n'y a pas de famille où l'on n'apprenne l'allemand ou l'anglais. Dans l'enseignement à tous les degrés, les langues vivantes ont été rendues obligatoires, depuis l'École Polytechnique jusqu'à l'école primaire supérieure. Le lycée n'y consacre pas moins de dix ans : dix ans pour apprendre l'anglais! Il serait fâcheux qu'un tel effort, où il entre un louable désir de réparer les torts du passé, ne fût pas couronné d'un plein succès, que tant d'heures et tant de peines fussent dépensées sans résultat. J'ai donc cru devoir vous apporter ce que je sais sur la matière.

Ne pensez pas au moins que, pour ma part, je parle un grand nombre de langues : j'en lis quelques-unes, j'en parle très peu. Mais je sais aujourd'hui comment j'aurais dû m'y prendre pour les parler : n'en est-il pas ainsi de beaucoup de choses? Je veux du moins que mon expérience vous profite.

Ce n'est donc pas seulement le professeur qui s'adresse à vous : c'est le père de famille qui s'adresse à d'autres pères de famille. Laissez-moi vous dire tout de suite que nous nous donnons en général trop de peine et que nous nous figurons la chose plus difficile qu'elle n'est. Des idées fausses, des souvenirs empruntés hors de propos aux études classiques empêchent de voir le vrai but, d'employer les vrais moyens. A beaucoup moins de frais nos voisins réussissent là où, après un long travail, nous sommes exposés à rester en route.

I.

Ce n'est pas de littérature que je veux vous parler : c'est proprement de l'étude des langues. La possession d'une littérature étrangère est sans doute une belle et noble chose qui élargit l'esprit, agrandit le cœur, ouvre au poète et à l'écrivain des sources d'inspiration nouvelles. Mais l'objet dont je veux vous entretenir est plus modeste. Il s'agit de nous mettre en état de comprendre et de parler les langues de nos voisins. Je ne considère point ceci comme un article de luxe, mais comme un objet de première nécessité. Nous sommes entourés de nations qui nous connaissent, qui savent jour par jour ce qui se passe et ce qui se débat chez nous; et nous, que savons-nous d'elles? Ce que veulent bien nous en apprendre des agences télégraphiques, lesquelles choisissent dans l'ensemble des informations et des nouvelles ce qu'elles jugent à notre convenance. N'est-il pas temps de nous affranchir de cette bureaucratie anonyme? Le député doit émettre son vote sur des questions de politique étrangère, et souvent il ne connaît ni les nations ni l'état de l'opinion au delà de nos fron-

tières. Le négociant apprend indirectement et trop tard les changements survenus dans son négoce, les concurrences nouvelles qui se déclarent, les événements petits ou grands qui influent sur les prix. Pour ses rapports avec la clientèle étrangère, il est d'ordinaire obligé d'emprunter le secours d'employés exotiques. Laissez-moi, à ce sujet, vous communiquer un souvenir personnel.

Il y a trois ans, à Lyon, j'assistais à la distribution des prix d'une Société que vous connaissez peut-être, l'Association des écoles professionnelles du Rhône. Me trouvant en contact avec les jeunes gens qui vont chercher l'instruction dans ces écoles, je reçus leurs doléances. « Ce qui nous chagrine, me dirent-ils, c'est que dans les premières maisons les meilleures places sont pour les étrangers. — Êtes-vous, leur demandai-je, en état de rendre les services qu'ils rendent? » Ils furent obligés de convenir que non, car il s'agissait de recevoir les clients du dehors, de dépouiller la correspondance, de répondre dans la langue même des correspondants. Le lendemain, ce fut au tour des patrons de me prendre pour confident. « Nous sommes désolés : nous avons sous la main des jeunes gens sérieux, appliqués, sûrs; et nous sommes obligés de faire venir du dehors, de la Suisse ordinairement, nos principaux employés. A quoi donc servent les écoles?... »

C'est à ce point de vue, non au point de vue littéraire, que je me place. Mais la littérature n'y perdra rien. Formons des générations sachant l'anglais, l'allemand. Sur le nombre il se trouvera des esprits fins, délicats, chercheurs, qui voudront pousser leurs études plus loin et qui liront, qui comprendront Shakespeare et Gœthe. C'est encore le plus sûr moyen : l'expérience apprend qu'on monte plus facilement de la langue usuelle à la langue littéraire qu'on ne descend de la langue littéraire à la langue usuelle. N'est-ce pas la marche que nous avons tous suivie? Nous avons conversé avec nos parents, nos frères et nos sœurs, nos amis et nos camarades, avant de lire Bossuet et Racine.

Je vais peut-être heurter quelques convictions; mais il me semble qu'apprendre une langue ce n'est pas affaire de science et de savoir. Comme dit le peuple : *cela ne s'apprend pas dans les livres.* C'est une sorte d'art où il entre surtout, parmi d'autres qualités, de l'observation, du coup d'œil et de l'adresse. Nous voyons des interprètes, des marchands, des domestiques réussir où échouent les esprits les plus cultivés. Le curieux, c'est que, quand on demande à ceux qui exécutent ce tour de force comment ils font, ils sont embarrassés pour le dire. Je ne sais pas..., j'ai écouté..., j'ai regardé les enseignes..., j'ai tâché de saisir...

On apprend une langue à peu près comme l'enfant apprend

qu'ils voient, analysent des livres, racontent leur vie. L'expression juste leur vient sans peine, car ils ont appris la langue d'une façon organique et naturelle.

C'est là une mesure excellente qui serait à continuer et à étendre. En revenant, ils ne sauront pas seulement l'anglais, ils sauront l'Angleterre ; ils auront expérimenté une autre manière de penser, de raisonner, de vivre, ils connaîtront un autre coin du monde moral. Pour le dire en passant, nos élèves, qui ont été admirablement reçus, font bonne impression : on est charmé de trouver des gens si sérieux, si respectueux, si avides d'instruction, et l'on écrit pour demander si toute la jeunesse française est faite de la sorte. Eux, de leur côté, sont enchantés. « Je suis comme l'enfant de la maison », écrivent plusieurs. Ce qui a agréablement surpris les plus jeunes, c'est de voir, aussitôt leur arrivée, la mère de famille les tutoyer. Les récits de Noël remplissent les dernières lettres.

Je ne peux quitter ce sujet sans nommer les deux hommes dont la paternelle tutelle a tout prévu, tout organisé pour faire aboutir cette expérience : M. l'inspecteur Jost pour l'allemand, M. le pasteur Bonet-Maury pour l'anglais.

Vous direz peut-être que l'État ne peut envoyer tout le monde au dehors. Non, sans doute ; mais ce que l'État ne peut faire, les particuliers le peuvent. Le prix moyen de la pension d'un interne à Paris est de 1200fr, en province de 800fr à 900fr. Pour cette somme vous trouverez l'hospitalité dans une bonne famille de Suisse ; notez que l'instruction ne sera pas interrompue, car les études se poursuivront soit à l'école, soit à la *realschule* ou à l'école de commerce, soit au gymnase.

Voilà ce que devraient faire les patrons dont je parlais tout à l'heure : en fondant dans ces conditions des bourses de séjour à l'étranger, ils trouveront les employés qu'ils se plaignent de ne point avoir. Les chambres de commerce, les conseils généraux devraient voter des sommes à cet effet ; ce serait de l'argent placé à gros intérêts.

Il reste encore un autre moyen : les échanges. A la quatrième page des journaux suisses on lit assez souvent des annonces ainsi conçues : « On demande à échanger une jeune fille de la Suisse allemande, âgée de quinze ans, contre une jeune fille du même âge de la Suisse française. » De tous les systèmes, c'est là peut-être le meilleur, celui qui vous autorise à compter sur les soins les plus attentifs et les plus empressés. Les deux familles communiquent ensemble, sont unies entre elles par un même ordre de préoccupations. Une sorte d'émulation s'établit. Vous imaginez-vous un mobile plus puissant sur l'esprit d'un père et d'une mère de famille : leur enfant est au loin, et c'est ainsi qu'ils espèrent qu'il sera traité ?

On dira que ce ne sont pas là nos mœurs et nos habitudes.

Mais je crois que les habitudes et les mœurs d'une nation se modifient. Il y a trente ans, les familles parisiennes ne sortaient pas de Paris : tout au plus allaient-elles cultiver pendant l'été un bout de jardin à Bougival. Aujourd'hui, vienne le mois de juillet, elles se répandent sur les bords de la mer, depuis Calais jusqu'à Bayonne. Pourquoi, les chemins de fer et le télégraphe aidant, ne verrions-nous pas cette transformation?

Comme on s'instruit autant par le spectacle des erreurs d'autrui que par les conseils les mieux intentionnés, je voudrais bien, si j'en avais le temps, vous raconter les épreuves extraordinaires et bizarres d'un professeur français qui s'était rendu en Allemagne pour y suivre les cours d'une Université et pour y apprendre l'allemand. Il en a fait lui-même le récit. En partant, il avait emporté dans sa malle une grammaire, un dictionnaire, un recueil de thèmes et de versions. A peine arrivé, il se mit à l'œuvre. Comme la nature l'avait doué d'une bonne mémoire et que le travail ne l'effrayait pas, il divisa sa grammaire en sept ou huit portions et la dévora en une semaine. « Déclinaisons fortes, faibles et mixtes, conjugaisons régulières, irrégulières, adverbes, préfixes et prépositions, syntaxe et méthode, tout y passa. » Restait le tableau des 248 verbes irréguliers : il fut coupé en deux parties et appris les deux derniers jours... « La grammaire allemande était domptée. » Il court à l'Université pour constater la force acquise. Mais, hélas! en vain il tend l'oreille; en vain il cherche à interpréter les moindres mouvements des lèvres du professeur; en vain il passe d'un premier auditoire à un second : pas un seul mot ne peut pénétrer jusqu'à son entendement. « Que dis-je? Je ne distinguai même pas une seule des formes grammaticales nouvellement étudiées, je ne reconnus même pas un seul des verbes irréguliers tout fraîchement appris : et pourtant il dut en tomber une foule de la bouche de l'orateur. »

Un moment, notre compatriote fut décontenancé; mais il se souvint qu'après tout il n'avait appris que le squelette de la langue et que le vocabulaire lui manquait. Se rappelant qu'au collège il avait appris le *Jardin des racines grecques*, il se mit en quête chez les libraires d'un manuel de racines allemandes. Il en découvre un : 1000 racines. C'est peu pour une langue si riche. « Mille racines, me dis-je à la fin et après avoir compté et recompté les colonnes du livre, c'est toujours autant de pris sur l'ennemi. » En quatre jours, la liste avait passé tout entière dans sa mémoire. « Je volai à l'Académie. Qu'on se représente, si l'on peut, l'abattement où je tombai après le premier quart d'heure du cours, lorsqu'il fallut me rendre à l'évidence et m'avouer à moi-même que je me trouvais exactement dans le même état que le premier jour... »

Retournant chez les libraires, il raconte sa mésaventure. On lui présente la méthode d'Ollendorff, 54e édition. Nul doute que c'est là que tous les étrangers qui parlaient allemand avaient appris cette langue.

La méthode portait comme sous-titre : « L'allemand en quatre-vingt-dix leçons. » Trois mois, le délai était trop long pour son impatience; mais on pouvait mettre les morceaux doubles et triples. Il divise sa journée en trois parties, se déclare en quarantaine et absorbe quotidiennement trois leçons d'Ollendorff. « La troisième semaine passa, puis la quatrième. Je possédais tout le livre. Savais-je l'allemand? Peut-être...; mais, en vérité, je n'en avais pas conscience. » La nouvelle vérification ne fut pas moins désastreuse que les précédentes. Impossible de rien comprendre! le discours du professeur semblait former un seul mot qui lui sortait de la bouche durant trois quarts d'heure sans coupure ni temps d'arrêt.

Je suis obligé d'abréger. Le malheureux recourt successivement aux méthodes Jacotot, Robertson, Plœtz. Rien n'y fait. « Il restait un dernier moyen, mais si étrange, si insolite, je dirais si héroïque, que je n'osais d'abord me le proposer à moi-même. C'était d'apprendre le dictionnaire par cœur. Après tout, pourquoi pas? 30000 mots à 1000 mots par jour, c'était l'affaire d'un mois. Je plaçai ma récompense au bout du mois, la plus belle des récompenses, une leçon comprise enfin à l'Université!... » Et, en effet, il mène à bout cette lutte insensée. « Le trentième jour, je tournais la dernière page. Le soir même j'allais chercher ma couronne. Pour comprendre ce qui m'arriva, il faut avoir approfondi, comme j'ai pu le faire depuis, la question du langage. Je ne compris pas un mot..., pas un seul mot! »

Pour comble d'humiliation, il retrouve des ouvriers français qui étaient partis avec lui et qui avaient appris l'allemand tout en faisant leur ouvrage. C'est que ceux-là s'instruisaient, non à l'école des mots et des dictionnaires, non sur des pages inanimées, mais à l'école et à la vue des choses. Comme ils connaissaient les outils, les matières premières, les opérations et tout le maniement de leur état, ils savaient d'avance le sens des phrases. La réalité leur servait de maître de langue.

Je me fais toutefois un plaisir d'ajouter que l'auteur de ces mémorables tentatives a fini par arriver au but tant désiré. C'est en observant les enfants que la lumière s'est faite soudainement pour lui. Il est revenu d'Allemagne sachant enfin l'allemand, qu'il enseigne aujourd'hui avec succès dans une des écoles municipales de la Seine (1).

(1) *L'Art d'enseigner et d'étudier les langues* (préface), par François Gouin. — Paris, Sandoz et Fischbacher, 1880.

A défaut d'un séjour dans le pays, il faut rechercher la société des étrangers. Savons-nous user de toutes les ressources que Paris nous offre en ce genre? Est-il bien nécessaire de feuilleter les méthodes et de fatiguer les syntaxes quand nous avons perpétuellement à Paris 100000 étrangers qui seraient si heureux d'entrer en relations avec nous? Je ne veux pas exagérer leur désintéressement : beaucoup, sans doute, ne songent à converser avec nous que donnant donnant, et à la condition d'échanger leur anglais, leur russe ou leur allemand contre une somme équivalente de français. Mais même de cette façon nous y gagnons encore, car ils sont venus nous trouver. Souvent la société régulière et prolongée d'un étranger instruit est aussi profitable qu'un voyage. Ce n'est pas tout. Le dimanche, on prêche, à Paris, dans toutes les langues. J'ai appris ces jours-ci à connaître l'organisation d'une Société qui offre toutes les semaines à ses adhérents au moins deux conférences en anglais, allemand, espagnol (1). Nous avons les yeux fermés pour tous ces avantages qui se trouvent à notre portée pendant que nous imaginons laborieusement de coûteuses et stériles combinaisons. A diverses reprises, pour encourager les langues vivantes, on a proposé de créer à l'École Normale supérieure une section d'allemand et d'anglais : malheureuse idée! Pour l'objet qui nous occupe, l'internat est la pire des conditions. La seule agglomération des élèves est une gêne et un obstacle. Il y a trois ou quatre ans, on avait eu l'idée de changer l'École normale de Cluny en une école des langues vivantes. Aller apprendre l'anglais dans un chef-lieu de canton de Saône-et-Loire! Autant installer une école navale sur le sommet du Puy-de-Dôme.

Cependant tous les enfants ne peuvent aller à l'étranger, tous les enfants n'habitent point Paris. Il nous faut donc examiner maintenant l'autre cas, celui où l'instruction est donnée en France soit dans la famille, soit à l'école.

Mais d'abord il y a encore un point à traiter. Quelle est la langue qu'il convient d'apprendre de préférence? La plupart du temps, c'est une question qui se décide de façon assez légère. On va à l'allemand parce que les camarades vont à l'allemand; puis, au bout de deux ans, comme l'allemand vous ennuie, on essaye de l'anglais. Inutile de dire ce que produisent des études ainsi conduites. Il me semble qu'en ce moment il y a un peu d'exagération dans le sens de l'allemand : les deux tiers des jeunes gens se portent de ce côté. Pour le savant qui s'occupe d'histoire, de philologie, d'archéologie, de linguistique, c'est sans aucun doute l'allemand

(1) L'Institut polyglotte, 16, rue Grange-Batelière.

qui convient. Il en est de même pour le médecin, le légiste, le militaire. Si vous voulez étudier l'économie politique, les sciences naturelles, la philosophie, c'est l'allemand ou l'anglais, car les découvertes scientifiques, les grandes vues philosophiques nous viennent depuis quelque temps des bords de la Tamise aussi souvent que des bords de la Sprée. Pour le commerçant, l'industriel, l'ingénieur, c'est sans contredit l'anglais. Tandis que l'allemand donne accès à une région de quatre-vingts millions d'âmes (l'Autriche-Hongrie comprise), l'anglais ouvre l'Angleterre, les Indes, l'Australie, les États-Unis, c'est-à-dire plus de la moitié de l'univers commercial avec trois cents millions d'habitants [1].

Aux littérateurs, à ceux qui aiment et recherchent les jouissances intellectuelles, l'Angleterre tient en réserve trois siècles de littérature. Aux femmes surtout elle ouvre avec sa merveilleuse collection de romans une source inépuisable de distractions élevées et saines. Quelles richesses morales représentent des noms comme Walter Scott, Bulwer, Thackeray, Trollope, Dickens, George Eliot!

Mais l'anglais a surtout à mes yeux un grand avantage : c'est que tout écolier, pour peu qu'il y mette de persévérance, est sûr d'arriver à le savoir. Comme la langue anglaise a puisé à la fois dans le fonds latin et dans le fonds germanique, elle vous déroute moins. Depuis le temps de Guillaume le Conquérant, il y a échange continuel d'idées des deux côtés du canal. On a pu dire de l'esprit anglais que c'était une forme française de l'esprit germanique. Ajoutez-y la beauté de la langue, qui est tout nerf et tout muscle, et qui semble avoir résolu le problème d'emmagasiner un maximum d'esprit dans un minimum de matière : car c'est une chose à peine croyable comme ses monosyllabes sont pleins et forts et pour ainsi dire pétris de sentiment et de raison.

La langue allemande est un peu plus difficile. La construction, qui est malaisée, a été en se compliquant dans le cours des âges. La syntaxe suppose souvent des flexions qui sont tombées ou qui sont devenues méconnaissables, en sorte qu'on a les inversions d'une langue synthétique sans les désinences qui avaient permis les inversions. Une grande facilité de composer des mots ou d'employer les anciens composés en des significations nouvelles fait que le vocabulaire est presque sans limites. Cependant je ne voudrais pas vous inspirer la peur d'une langue qu'on arrive parfaitement à savoir, et qui doublera votre force en toutes les recherches que vous voudrez entreprendre.

---

(1) James Darmesteter, *Essais de littérature anglaise*, p. 7.

Ne négligeons-nous pas d'une manière injuste et imprévoyante deux langues sœurs de la nôtre, l'espagnol et l'italien? Par l'espagnol, toute l'Amérique du Sud devient accessible, le Brésil, la Plata, la Colombie, et un peu plus haut le Mexique. Tous ces États, qui sont en communauté d'idées avec nous et qui envoient volontiers leurs enfants passer quelques années à Paris, méritent bien que nous nous mettions en contact plus direct avec eux. Ici encore nous ne savons pas profiter de nos avantages naturels. Au sud de la Garonne, tout le monde parle déjà à moitié espagnol. J'ai vu, l'an dernier, une mère de famille, dans une ville au midi de Bordeaux, qui se plaignait à moi du français que parlaient ses quatre fils, jeunes garçons de huit à douze ans, lesquels passaient autant de temps sur le port qu'à l'école. — Vous figurez-vous, monsieur, qu'au lieu de dire : *J'aime mon père, j'aime ma mère,* ils disent : *J'aime à mon père, j'aime à ma mère. Si tu bats à mon frère, je te battrai à toi.* Quel français! quelle éducation! — Je dus convenir qu'au point de vue de la syntaxe française cela était défectueux; mais c'était excellent comme espagnol, car en cette langue, pour permettre de mieux reconnaître le régime direct, on le fait souvent précéder de la préposition *à*. Les mêmes enfants, en leur patois, changeaient l'*f* en *h* comme de vrais Catalans. Il n'y avait qu'à continuer pour les mettre en état, sans grande peine, de parler, de lire et d'écrire l'espagnol. Au lieu de tirer des employés de l'étranger, nous pourrions lui en expédier.

Et l'italien, si cher à nos aïeux, cette musique parlée qu'il nous coûterait si peu de savoir, combien de Français le possèdent? On croit le savoir quand on lit des journaux dont le contenu nous est connu d'avance. Et le russe qui a tant d'avenir? Je ne dis rien, car le temps presse, des idiomes orientaux, l'arabe, le kabyle, l'annamite. Mais à ceux que les circonstances mettraient à même d'apprendre, de faire apprendre à leurs enfants une de ces langues, je me permettrai de donner ce conseil : Ne négligez pas l'occasion. En ce genre, tout peut servir. Je connais plus d'un négociant qui doit sa fortune, plus d'un diplomate et plus d'un savant qui doit sa situation à une circonstance fortuite de sa jeunesse qu'il a eu la bonne inspiration de mettre à profit.

On s'est demandé si l'étude de deux langues ne pouvait être nuisible au cerveau de l'enfant. Je ne le pense pas, à moins d'une complexion particulièrement délicate. Nos compatriotes du Canada, dès l'enfance, apprennent le français et l'anglais. En beaucoup de régions de la France, nos petits paysans font de même, car ils savent le français et le patois. Je serais plutôt porté à croire que le maniement pratique de deux langues est fortifiant pour l'intelligence. Les réfugiés de l'édit de

qui convient. Il en est de même pour le médecin, le l
le militaire. Si vous voulez étudier l'économie polit
sciences naturelles, la philosophie, c'est l'alleman
glais, car les découvertes scientifiques, les grand
losophiques nous viennent depuis quelque ten
de la Tamise aussi souvent que des bords de
le commerçant, l'industriel, l'ingénieur, c'e
l'anglais. Tandis que l'allemand donne ac
quatre-vingts millions d'âmes (l'Autrich
l'anglais ouvre l'Angleterre, les Indes,
Unis, c'est-à-dire plus de la moitié d
avec trois cents millions d'habitants

Aux littérateurs, à ceux qui aime
sances intellectuelles, l'Anglete
siècles de littérature. Aux fem
sa merveilleuse collection de
de distractions élevées et sa
représentent des noms cor
keray, Trollope, Dickens

Mais l'anglais a surt
c'est que tout écolier
rance, est sûr d'arriv
a puisé à la fois dans … langues
elle vous déroute … que sa mère
Conquérant, il … une poupée, au lieu
du canal. On a … dans ses bras s'il lui dit :
française de … lieu de : *Let me come on your*
langue, qui … mère, comme l'amour appelle à sa
résolu le p … pproprie ce vocabulaire enfantin. Avec
un minim … agit, il boit et mange, il se lève et se couche
comme … a vu des enfants tout interdits en entendant
dire p … rsonnes parler la langue qu'ils croyaient être

La … et exclusive propriété de leur mère, tant l'association
d'idées pour eux était étroite! Laissez maintenant les
années venir, les connaissances s'étendre, la même éducation
continuer, les deux idiomes seront à la disposition de l'enfant.
Ils se sont développés ensemble, mais parallèlement et sans
entrer l'un dans l'autre. Je suppose, bien entendu, des parents
attentifs qui surveillent la prononciation, reprennent les
fautes et s'opposent à toutes les tentatives de mélange, s'il
venait à s'en déclarer (1).

(1) Au lieu d'une mère, on peut supposer une gouvernante, une bonne. Mais il y faut quelques précautions. Ce serait une erreur de croire que tout est gagné après une première acquisition. D'abord le vocabulaire sera nécessairement borné : il ne dépassera pas les idées et l'horizon de l'enfant. Ensuite, si cet âge a une remarquable aptitude à retenir, il a

II.

hoses sont à retenir dans cette éducation : l'enfant a
par l'oreille ; l'enfant n'a jamais traduit.
par l'oreille et non par les yeux. L'œil est fait
rs, pour les formes, mais non pour les sons et
Apprendre une langue par les yeux est une
qui déplace l'ordre naturel des choses et
réalité. C'est par l'oreille que le mot doit
lu cerveau qui correspond à la faculté
uvent de la mémoire comme si elle
mémoire de l'oreille qui est celle
a mémoire des yeux qui est celle
ut se servir de chacune en son
ns en vue.
némoire mise en jeu par le
la parole, que les physio-
laire. Quand vous dites
sur votre langue, quand vous
ettre d'un nom propre, c'est la
andonnée par les deux autres qui se
ne. Quand vous employez un mot pour un
est plus familier, quand dans un moment de
ou de préoccupation vous achevez une phrase autre-
que l'exige le sens, c'est encore la mémoire musculaire
i travaille seule (1). Il arrive au musicien de jouer le commencement d'un morceau sur son instrument, puis de se dire : Qu'est-ce que je joue donc là ? C'est la mémoire des doigts, bien connue de tous les exécutants. Les écoliers qui répètent à voix haute leur leçon, en disant quatre ou cinq fois la même phrase, s'adressent à leur mémoire musculaire.

Il y a encore une autre raison pour ne point s'adresser aux yeux. Entre les organes de l'ouïe et ceux de la bouche, la corrélation est intime. S'il vous est impossible de reproduire des

---

une non moins grande facilité à oublier. J'ai vu le même enfant apprendre l'allemand en un an et l'oublier radicalement en six semaines. La tâche est donc seulement commencée.

(1) Voici un exemple, entre mille, de ce genre d'erreur. Il est emprunté à un autographe de M. Émile Ollivier trouvé dans les *Papiers des Tuileries*. C'est la minute d'un décret, en date du 27 juillet 1870, élevant M. Émile de Girardin à la dignité de sénateur. « Considérant les services que M. Émile de Girardin a rendus comme *plubiscite*. » M. Émile Ollivier avait sans doute dans l'esprit les services rendus par M. de Girardin comme *publiciste* lors du *plébiscite*. La main a écrit sous la dictée de la parole, laquelle était abandonnée à elle-même. — H. Gaidoz, *Bulletin de la Société de linguistique,* II, xcii.

un jeu. Il regarde jouer d'abord, observe les coups, puis se mêle à ses compagnons, commet des fautes, est repris, se corrige et finit par faire sa partie comme les autres; ou encore comme l'apprenti regarde un mécanisme, en suit les mouvements, y met ensuite la main et devient ouvrier par l'usage. C'est une forme de l'activité plutôt que du savoir. La langue allemande exprime bien ceci; elle ne dit pas : *Il sait le français,* mais : *Il peut le français* (*er kann französisch*). Les bébés font tous les jours ce chef-d'œuvre sous nos yeux. Un enfant part pour la Russie avec son gouverneur qui est chargé de l'instruire, de l'aider, de lui tout expliquer. Au bout de trois mois l'enfant joue en russe, comprend ses camarades russes et se fait très suffisamment entendre d'eux. Cependant le gouverneur ne sait pas dire un mot; il est toujours aux prises avec sa méthode Ahn; il est arrivé à la page 30.

Comme toutes les applications de l'activité, celle-ci se fortifie par l'exercice : l'homme qui a appris une langue étrangère a d'autant plus de facilité pour en apprendre une seconde. On attribue ce propos à un savant qui demeure au Collège de France, qu'il n'y a que les dix premières langues qui coûtent.

Comment donc faut-il s'y prendre? Il y a deux cas à examiner, suivant que vous allez dans le pays même ou que vous restez en France.

C'est une chose bien connue que pour se rendre maître d'une langue étrangère, il n'est rien de tel que d'aller dans le pays. Mais dans quelles conditions? C'est ici que vient le premier conseil que j'ai à vous donner.

Si vous allez en Allemagne avec l'intention vague et générale d'apprendre l'allemand, si vous y allez en touriste, si vous y restez pour ainsi dire en l'air, vous risquez de faire votre voyage sans en rapporter autre chose que quelques bribes de mots ramassés sur les cartes de restaurants. Vous aurez beau vous mêler à la foule : les conversations que vous entendrez vous feront le même effet que le bruit de la mer ou que le bourdonnement d'une ville entendu du haut d'un clocher.

Mais si vous allez en Allemagne pour y être assujetti à une occupation régulière et obligatoire, si vous y êtes attaché à une tâche quotidienne, écolier, commis, étudiant, ouvrier, artiste, expéditionnaire, vous apprendrez l'allemand. Comme il est à supposer que vous prendrez une situation à laquelle vous êtes déjà préparé, la connaissance anticipée que vous avez des choses vous servira de guide; le retour régulier des mêmes termes, des mêmes formules, les imprimera dans votre esprit. Allez donc à Francfort pour être employé dans une maison de banque, à Leipzig pour vous perfectionner dans le commerce de la librairie, à Munich pour brasser la bière ou pour étudier les origines de la sculpture grecque, vous saurez

l'allemand par surcroît. Si vous avez des loisirs, faites-vous recevoir à Londres membre actif d'une société de canotage : vous remporterez des prix aux régates, et vous aurez appris l'anglais sans vous en douter.

Il est une expression figurée que vous connaissez et qui peut servir à mieux rendre ma pensée. On dit d'un homme qui connaît et qui gouverne bien un certain ensemble d'idées, d'affaires, d'intérêts, qu'il est entendu dans sa sphère. On dit encore d'un homme qui est enlevé à ses habitudes, à sa façon de penser et d'agir, qu'il est sorti de sa sphère. Le langage, ce monde de convention qui reflète le monde réel, se divise également en un certain nombre de sphères qui, sans être absolument séparées l'une de l'autre, ont cependant leur vocabulaire à part. Il faut s'établir dans l'une d'elles, apprendre à la connaître à fond, puis généraliser ses connaissances en se servant de ce qu'on a acquis et étendre ainsi par degrés ses conquêtes.

Vous avez pu entendre dire qu'en France nous n'avons pas la bosse des langues. Je déclare que c'est une calomnie! S'il y a une bosse des langues, je prétends que nous l'avons, et je vais vous en fournir la preuve.

Depuis trois ans on a eu la bonne idée, au Ministère de l'Instruction publique, section de l'enseignement primaire, d'envoyer à l'étranger des jeunes gens pour y apprendre l'allemand ou l'anglais. Ce sont ou des hommes de vingt-cinq ans, reçus professeurs des écoles normales primaires, ou des enfants de seize à dix-sept ans, élèves sortant de nos écoles primaires supérieures. Ils sont placés dans des familles. Pour une raison facile à deviner, l'on a soin de n'en mettre qu'un par ville. Il y en a donc à Bâle, à Saint-Gall, à Coire, à Zurich, à Dresde, à Gotha, à Eisenach, à Brunswick, à Hanovre, à Berlin; pour l'anglais, à Londres, à Bristol, à Enfield, à Cheltenham. Ces jeunes gens sont tenus de suivre les leçons d'une école : les plus âgés, d'une école normale ou d'une institution analogue; les plus jeunes, d'une école primaire supérieure. On tient à ce que les cours soient d'un ou deux degrés inférieurs au savoir réel de l'élève : de cette façon, l'intérêt de la leçon porte non sur le fond, qu'ils connaissent déjà, mais sur l'expression allemande ou anglaise; tout l'enseignement concourt à l'étude de la langue, le calcul comme la géographie, les sciences comme l'histoire, les mathématiques comme la grammaire. Les résultats — je les ai vus — sont surprenants. Au bout de la première année ces jeunes gens envoient des rapports où l'on trouve encore des incorrections, des gallicismes, mais déjà, en somme, d'une langue fort convenable. La seconde année, ils savent non seulement les mots et les tours, mais on sent qu'ils pensent en anglais ou en allemand. Ils décrivent ce

qu'ils voient, analysent des livres, racontent leur vie. L'expression juste leur vient sans peine, car ils ont appris la langue d'une façon organique et naturelle.

C'est là une mesure excellente qui serait à continuer et à étendre. En revenant, ils ne sauront pas seulement l'anglais, ils sauront l'Angleterre; ils auront expérimenté une autre manière de penser, de raisonner, de vivre, ils connaîtront un autre coin du monde moral. Pour le dire en passant, nos élèves, qui ont été admirablement reçus, font bonne impression : on est charmé de trouver des gens si sérieux, si respectueux, si avides d'instruction, et l'on écrit pour demander si toute la jeunesse française est faite de la sorte. Eux, de leur côté, sont enchantés. « Je suis comme l'enfant de la maison », écrivent plusieurs. Ce qui a agréablement surpris les plus jeunes, c'est de voir, aussitôt leur arrivée, la mère de famille les tutoyer. Les récits de Noël remplissent les dernières lettres.

Je ne peux quitter ce sujet sans nommer les deux hommes dont la paternelle tutelle a tout prévu, tout organisé pour faire aboutir cette expérience : M. l'inspecteur Jost pour l'allemand, M. le pasteur Bonet-Maury pour l'anglais.

Vous direz peut-être que l'État ne peut envoyer tout le monde au dehors. Non, sans doute; mais ce que l'État ne peut faire, les particuliers le peuvent. Le prix moyen de la pension d'un interne à Paris est de 1200fr, en province de 800fr à 900fr. Pour cette somme vous trouverez l'hospitalité dans une bonne famille de Suisse; notez que l'instruction ne sera pas interrompue, car les études se poursuivront soit à l'école, soit à la *realschule* ou à l'école de commerce, soit au gymnase.

Voilà ce que devraient faire les patrons dont je parlais tout à l'heure : en fondant dans ces conditions des bourses de séjour à l'étranger, ils trouveront les employés qu'ils se plaignent de ne point avoir. Les chambres de commerce, les conseils généraux devraient voter des sommes à cet effet; ce serait de l'argent placé à gros intérêts.

Il reste encore un autre moyen : les échanges. A la quatrième page des journaux suisses on lit assez souvent des annonces ainsi conçues : « On demande à échanger une jeune fille de la Suisse allemande, âgée de quinze ans, contre une jeune fille du même âge de la Suisse française. » De tous les systèmes, c'est là peut-être le meilleur, celui qui vous autorise à compter sur les soins les plus attentifs et les plus empressés. Les deux familles communiquent ensemble, sont unies entre elles par un même ordre de préoccupations. Une sorte d'émulation s'établit. Vous imaginez-vous un mobile plus puissant sur l'esprit d'un père et d'une mère de famille : leur enfant est au loin, et c'est ainsi qu'ils espèrent qu'il sera traité?

On dira que ce ne sont pas là nos mœurs et nos habitudes.

Mais je crois que les habitudes et les mœurs d'une nation se modifient. Il y a trente ans, les familles parisiennes ne sortaient pas de Paris : tout au plus allaient-elles cultiver pendant l'été un bout de jardin à Bougival. Aujourd'hui, vienne le mois de juillet, elles se répandent sur les bords de la mer, depuis Calais jusqu'à Bayonne. Pourquoi, les chemins de fer et le télégraphe aidant, ne verrions-nous pas cette transformation?

Comme on s'instruit autant par le spectacle des erreurs d'autrui que par les conseils les mieux intentionnés, je voudrais bien, si j'en avais le temps, vous raconter les épreuves extraordinaires et bizarres d'un professeur français qui s'était rendu en Allemagne pour y suivre les cours d'une Université et pour y apprendre l'allemand. Il en a fait lui-même le récit. En partant, il avait emporté dans sa malle une grammaire, un dictionnaire, un recueil de thèmes et de versions. A peine arrivé, il se mit à l'œuvre. Comme la nature l'avait doué d'une bonne mémoire et que le travail ne l'effrayait pas, il divisa sa grammaire en sept ou huit portions et la dévora en une semaine. « Déclinaisons fortes, faibles et mixtes, conjugaisons régulières, irrégulières, adverbes, préfixes et prépositions, syntaxe et méthode, tout y passa. » Restait le tableau des 248 verbes irréguliers : il fut coupé en deux parties et appris les deux derniers jours... « La grammaire allemande était domptée. » Il court à l'Université pour constater la force acquise. Mais, hélas! en vain il tend l'oreille; en vain il cherche à interpréter les moindres mouvements des lèvres du professeur; en vain il passe d'un premier auditoire à un second : pas un seul mot ne peut pénétrer jusqu'à son entendement. « Que dis-je? Je ne distinguai même pas une seule des formes grammaticales nouvellement étudiées, je ne reconnus même pas un seul des verbes irréguliers tout fraîchement appris : et pourtant il dut en tomber une foule de la bouche de l'orateur. »

Un moment, notre compatriote fut décontenancé; mais il se souvint qu'après tout il n'avait appris que le squelette de la langue et que le vocabulaire lui manquait. Se rappelant qu'au collège il avait appris le *Jardin des racines grecques,* il se mit en quête chez les libraires d'un manuel de racines allemandes. Il en découvre un : 1000 racines. C'est peu pour une langue si riche. « Mille racines, me dis-je à la fin et après avoir compté et recompté les colonnes du livre, c'est toujours autant de pris sur l'ennemi. » En quatre jours, la liste avait passé tout entière dans sa mémoire. « Je volai à l'Académie. Qu'on se représente, si l'on peut, l'abattement où je tombai après le premier quart d'heure du cours, lorsqu'il fallut me rendre à l'évidence et m'avouer à moi-même que je me trouvais exactement dans le même état que le premier jour... »

lisant remuent les lèvres. Si l'on ne nous a pas enseigné la vraie prononciation, il nous en faudra inventer une à nòtre usage. La plupart du temps on se contente de garder celle de la langue maternelle : cependant je me souviens qu'ayant appris autrefois l'anglais dans les livres, et ayant entendu dire que la prononciation de cette langue s'écartait beaucoup de l'orthographe, je m'étais appliqué à déformer les mots le plus possible, convaincu que plus je les défigurerais, plus je serais près de la vérité. Aussi, malgré bien des essais, n'arriverai-je jamais à parler anglais convenablement, car il est plus difficile de déraciner une fausse prononciation que d'apprendre de prime abord la bonne.

L'enfant qui articule bien prend plaisir à se répéter les mots et les phrases : il prend confiance en lui-même en voyant qu'il se rend maître d'un instrument nouveau. S'il peut communiquer quelquefois avec des étrangers, ce premier succès l'encourage. Il sait qu'il peut rendre des services : il voit grandir son importance.

La prononciation se compose de trois choses : la valeur qu'il faut donner aux voyelles et aux consonnes, l'accent tonique et la modulation. Rien de tout cela n'est au-dessus du talent d'imitation des enfants; ils savent bien jouer l'Anglais parlant français : pourquoi ne feraient-ils pas l'Anglais parlant anglais? Il y faut seulement de la part du maître un mélange d'autorité et de bonne humeur.

On a objecté que tout cela était impossible dans une classe nombreuse. Mais, une fois que les mots ont été prononcés et ensuite écrits au tableau, un excellent moyen d'exercer simultanément toutes les oreilles, c'est la dictée. Le professeur ne prendra pas des mots au hasard, mais observera un certain ordre : *Bee, free, see, cloud, doubt, proud, too, proof, fool.* Naturellement, le sens de ces termes a été donné, et, tout en faisant l'éducation de l'ouïe, les élèves commencent à enrichir leur vocabulaire. Cet exercice, qui peut donner lieu à des compositions, ira en augmentant de difficulté pendant la série des classes. Jamais à aucun moment (et les bons maîtres le savent bien) il ne devra manquer tout à fait, car il est celui qui se rapproche le plus de la parole vivante saisie au passage.

Et les locutions, comment un professeur les fera-t-il connaître à sa classe? Est-il vrai que la conversation soit nécessairement monotone et limitée? Ici encore il s'agit de montrer qu'il existe un art de l'enseignement. J'ai connu une maîtresse d'anglais qui apportait une poupée qu'elle habillait et

---

rieure soit moins nécessaire, nous parlons en dedans : il suffit pour le vérifier de faire à part soi une addition.

déshabillait devant sa classe : occasion toute naturelle de passer en revue le vocabulaire du costume. Puis une élève venait prendre la place de la maîtresse. A la fin, les principales phrases ainsi apprises étaient inscrites au tableau et prises par les élèves dans leur cahier. D'autres fois c'étaient deux personnages qui se rendaient visite. Avec des jeunes gens plus âgés, le maître apportera des objets d'histoire naturelle, des tableaux. Il est important que les actes et les mouvements de la classe se fassent dès le principe en langue étrangère. Que le maître ne craigne pas de s'en servir s'il a un congé ou quelque autre bonne nouvelle à annoncer. Il sera compris et ce sont des mots qu'on n'oublie pas.

Je viens maintenant à quelques conseils qui s'adressent spécialement aux maîtres.

Il me semble que dans nos grammaires on s'arrête trop longuement sur le substantif. L'élève est déjà un peu fourbu, rebuté par les exceptions et par les variétés des déclinaisons, quand il arrive au verbe. C'est pourtant le verbe qui donne la vie au langage. A lui seul il peut former des phrases. On ne saurait donc assez tôt fournir quelques formes verbales.

Une autre partie du discours pour laquelle je réclame, ce sont les prépositions (1). Dans les langues germaniques surtout, elles ont une extrême importance. A la rigueur, elles nous dispensent de presque tout le reste. Voulez-vous dire que quelqu'un est sorti? *Er ist aus.* Il est parti. *Er ist fort.* Il s'est sauvé. *Er ist durch.* Il a passé de l'autre côté. *Er ist über.* Il est revenu. *Er ist zurück.* Il est perdu. *Er ist hin.* — Vous connaissez l'idée d'opposition qu'en latin la préposition *ob* donne aux verbes qu'elle précède. *Obstare, objicere, obstruere.* Eh bien, dans les langues germaniques, la force de la préposition est encore plus grande. Le verbe n'est là en quelque sorte que pour le décor. L'idée essentielle, c'est la préposition. Ainsi *aus* marque la sortie : si vous faites sortir une tache d'une étoffe en la lavant, vous direz *auswaschen;* si vous faites sortir la poussière d'un habit en le battant, vous direz *ausklopfen;* si vous faites sortir un aveu au moyen de paroles caressantes, vous direz *auslocken.* Mais ces verbes pourraient être remplacés à la rigueur dans le discours par des syllabes inarticulées; l'important, c'est *aus.* Il y aurait, ce me semble, pour un dessinateur, matière à un joli album des prépositions.

C'est la langue parlée qui fera sentir la valeur des particules jetées dans le discours pour en souligner les intentions et en nuancer la couleur, telles que *eben, ja, gerade.* Le sens de tels mots s'apprend en un instant par le ton de l'interlo-

(1) Il serait plus juste de les appeler des adverbes.

cuteur : dans un dictionnaire, ils demandent des colonnes d'explications.

Je viens maintenant à la lecture.

Le principe qui me paraît dominer la question, c'est qu'il ne faut pas multiplier les difficultés sous les pas de l'élève et que c'est une erreur de joindre l'obstacle qui vient de la pensée à l'obstacle que la langue oppose par elle-même. Le cardinal Mezzofanti, qui dirigea le collège de la Propagande et qui parlait, dit-on, quarante et une langues, s'y prenait de la façon suivante pour apprendre un idiome nouveau. Comme il savait les Évangiles par cœur, il se servait d'une traduction du Nouveau Testament. Dès lors, il n'avait à retenir que les mots. On peut remplacer les Évangiles par *Télémaque* ou par tout autre livre. Ce sont les textes faciles et non les textes difficiles qui profitent. Le meilleur est de prendre un des petits livres (il en est de charmants) qui en Angleterre et en Allemagne servent à l'instruction des écoliers : un livre de lecture courante et non un recueil des grands textes classiques. La littérature chez nous vient tout brouiller. Nous avons l'habitude de placer haut notre but : c'est un noble défaut, mais dont nous ferons bien de nous défier, car à poursuivre le superflu nous risquons de ne pas obtenir le nécessaire. La critique littéraire est une belle et excellente chose, mais à la condition de venir en son temps et de ne pas compromettre par des ambitions prématurées le savoir élémentaire et indispensable.

La lecture ne doit jamais être superficielle; mais, à côté du livre qu'on étudie à fond et qu'au besoin l'on apprend par cœur, il y a place pour les lectures amusantes. En s'habituant à un auteur, en devenant familier avec ses idées et ses tours, on a le plaisir de sentir ses progrès, au lieu que les anthologies, qui vous transportent continuellement d'un genre dans un autre, ne laissent jamais à l'écolier la satisfaction de jouir de ce qu'il a acquis.

Des remarques analogues peuvent être faites sur les thèmes et sur les versions.

On dirait que le but est d'amener l'élève à exécuter, non sans dépense de temps, non sans contention d'esprit, ni sans l'aide de secours étrangers, des devoirs qui sont au-dessus de sa force réelle. J'ai été souvent étonné des versions que je voyais donner au collège. Je m'en rappelle surtout une, donnée au concours général, d'un contenu tellement fuyant et vaporeux que je ne me serais certes pas chargé de la rendre en français. Il est arrivé à Rückert, et même quelquefois à Gœthe, de composer des poésies où il semble que la mélodie soit tout et que le sujet à traiter soit absent. Voilà précisément les matières que j'ai vu choisir, ou bien encore des

morceaux philosophiques de Herder, de Kant, qu'il est impossible de comprendre sans posséder la clef d'une terminologie toute spéciale. Que ferait-on de plus si l'on voulait décourager la jeunesse?

La version et le thème sont des exercices utiles pour qui veut se convaincre qu'il est en état de transporter un morceau d'une langue dans une autre, sans en rien laisser, sans y rien ajouter. Si, avec cela, il s'agit d'un texte important, où aux qualités du style se joignent l'originalité et la profondeur de la pensée, c'est une lutte d'où l'esprit sort fortifié et assoupli. On peut comparer ces travaux aux tableaux où l'artiste met tout son soin, toute la perfection dont il est capable. Mais n'y a-t-il pas pour tous les jours les esquisses, les croquis, les dessins pris en passant, qui développent la rapidité du coup d'œil, la promptitude de la main?

Ce n'est pas là, il est vrai, le système qui prévaut dans l'étude des langues classiques; mais on ne prend pas garde que le but n'est pas le même. Nous ne voulons point parler grec ni latin : en apprenant les langues anciennes, on se propose surtout de connaître les auteurs, et l'on poursuit en outre un ou deux objets accessoires. Le premier est d'apprendre à mieux savoir le français en approfondissant le sens des mots, en comparant les deux syntaxes. Le second est de développer l'intelligence de l'élève en l'obligeant à entrer dans un raisonnement, à suivre une pensée en ses détours et replis. Les études classiques sont une école de style et de dialectique en même temps que de langue : voilà pourquoi le maître met les élèves aux prises avec Démosthène, Platon, Tacite, saint Augustin. On avance lentement parce qu'on poursuit un triple but, ou plutôt parce que la marche est déjà un bien par elle-même, comme ces promenades qui valent surtout par les difficultés qu'il a fallu vaincre en route.

Ah! si vous voulez vous servir de l'anglais, de l'allemand, pour apprendre à mieux connaître la langue maternelle, si vous voulez leur faire jouer le rôle du grec et du latin, l'emploi de cette méthode pourra se défendre. Mais alors qu'aurez-vous fait? Vous les aurez réduits à l'état de langues mortes. Singulière conclusion aux réclamations en faveur des langues vivantes! Mieux vaut conserver à chaque étude sa place et son caractère : le grec et le latin comme moyen d'éducation pour une partie de la jeunesse; l'anglais et l'allemand pour tout le monde, comme moyen de communication et instrument d'échange entre les peuples.

Il me reste seulement à ajouter peu de mots.

Le professeur ne sera jamais trop savant, quoique parfois il se trouve de bons maîtres parmi les ignorants, comme ce Petros dont parle Edmond About, qui avait appris le grec à dix

générations de normaliens, grâce à cette heureuse circonstance que lui-même n'avait jamais retenu un mot de français. Plus le maître sera instruit, moins il sera tenté de faire inutilement montre de sa science. S'il connaît l'histoire de la langue, l'ancien vocabulaire, il ne le fera intervenir que dans les occasions où il pourra éclairer l'usage actuel. S'agit-il, par exemple, du mot *But*, dont les emplois sont en apparence si bizarres et si inexplicables, un brin d'étymologie sera le bienvenu. *But* est un adverbe qui signifiait autrefois « hors, hormis »; exemples : l'avant-dernier, *the last but one;* vous ne pouvez faire autrement que de consentir, *you cannot but consent;* qu'est-il de plus qu'un enfant ? *What is he but a child*, d'où la construction *he is but a child* (il n'est qu'un enfant). *But* (pourra dire le maître en finissant) se compose de deux prépositions : *be* et *out*.

Avec les élèves les plus avancés, la meilleure leçon de philologie sera sans doute de lire *the Holy Bible* de 1611. Mais, je le répète, c'est la fin des études et non le commencement. N'imitons pas ces maîtres allemands qui, pour avoir fait une thèse sur Parceval, enseignent aux élèves des gymnases le français du XIIe siècle.

On ne possède une langue que quand on sait se servir de toutes les touches de son clavier. La langue allemande est pauvre en suffixes; mais elle les remplace par des composés. Il faut donc nous habituer à en former et ne pas craindre d'en créer à notre usage. C'est à cela que se reconnaît l'artiste qui possède son instrument. *Geben sie mir die Trinkkarte*, ai-je entendu dire bravement à un étranger qui voulait avoir la carte des vins; le composé était risqué, mais on ne pouvait s'y tromper : celui qui l'avait forgé savait l'allemand.

Voulez-vous que je vous indique quelle est la vraie école de perfectionnement du maître ? Ce sont les fautes de l'élève. Il y a là une ample matière à observation qui vous en apprend long sur la syntaxe comparative. Le professeur doit constamment veiller aux fautes qui se produisent. Si un enfant qui parlait correctement jusque-là commence à dire *die Fenster, die Tisch*, c'est signe que les deux langues qui formaient jusque-là dans sa tête deux groupes séparés menacent de se mêler. Il est nécessaire alors d'intervenir et de renforcer celle des deux langues qui est influencée par l'autre.

Cette présence simultanée de plusieurs idiomes dans une même tête est un curieux objet d'étude pour le physiologiste. On a constaté, par exemple, qu'à la suite d'une maladie ou d'une chute une langue pouvait s'oublier tout à fait, sans détriment pour la langue maternelle. Un ouvrier flamand qui depuis son enfance était à Londres reçut un coup sur la tête : il perdit tout son anglais. Mais le flamand, que depuis des

années il n'avait point parlé et qu'il croyait ne plus savoir, reparut. Ne nous représentons pas cependant les choses d'une façon trop matérielle. Ne croyons pas qu'il y a dans le cerveau des cases distinctes destinées à loger des dictionnaires et des grammaires. C'est plutôt une force nerveuse qui se crée et s'entretient par l'habitude. Quand nous n'avons point parlé une langue depuis quelque temps, nous éprouvons d'abord un mouvement de gêne. Il semble que des obstacles se soient amassés sur la route allant de la pensée au signe : il faut un peu de temps pour débarrasser la voie et rétablir la circulation (1).

On a exprimé quelquefois la crainte que l'étude des langues et des littératures étrangères ne vienne à compromettre le génie national. J'ai une plus haute idée de la vigueur de ce génie. Quoi que nous entreprenions, quoi que nous concevions, nous agirons, nous penserons toujours selon notre nature et notre instinct propres, c'est-à-dire en Français. J'ajouterai que cette crainte était inconnue aux siècles précédents. Voltaire, l'esprit le plus français de tous les temps, savait parfaitement l'anglais. Corneille se nourrissait de livres espagnols. La Bruyère, en un passage célèbre, déclare qu'on ne saurait charger l'enfance de la connaissance de trop de langues et qu'on devrait mettre toute son application à l'en instruire.

Il s'est fondé, il y a deux ans, une Société pour la propagation de la langue française : généreuse et patriotique entreprise à laquelle j'applaudis de tout mon cœur. Mais le plus sûr moyen de répandre la langue française, c'est encore que le Français sorte de chez lui. « On oppose l'Anglais émigrant au Français casanier : on oublie que le jeune Anglais qui, à dix-huit ans, part chercher fortune en Australie, aux États-Unis, se trouve chez lui où il va, parce qu'il connaît la langue du pays où il arrive ; le Français, dès qu'il a quitté les côtes de France, est perdu et noyé dans l'étranger. Qu'il arrive, au contraire, à dix-huit ans, sachant la langue d'un des deux mondes émigrables, l'anglais ou l'espagnol, les choses changent et il est armé pour l'aventure. » Apprendre les langues étrangères, c'est donc travailler à la propagation de notre influence, voire même de notre langue. Quant à ceux, beaucoup plus nombreux, qui ne songent pas à quitter le sol de la mère-patrie, ils conserveront à la France son génie souple et sympathique, ils maintiendront entre l'Europe et leur pays un courant d'idées qui ne saurait s'arrêter sans dommage pour tout le monde, s'ils se mettent en état de penser et de sentir avec l'Europe. Je sais que la bonne volonté ne manque pas, votre présence en si

---

(1) KUSSMAUL, *les Troubles de la parole.*

grand nombre le prouve. Il s'agit seulement de trouver la vraie route : je m'estimerai heureux si vous sortez d'ici plus éclairés sur le but qu'il s'agit d'atteindre, mieux renseignés sur les moyens qui y doivent conduire.

Les femmes à l'École de Médecine (1).

Le nombre des femmes qui figurent sur les registres d'inscriptions de l'École de Médecine est en ce moment de 103 ; je ne parle pas de quelques autres, encore en instance pour être admises à la Faculté.

Les 103 femmes régulièrement inscrites se décomposent ainsi :

Indienne	1
Turque	1
Hongroise	1
Roumaine	1
Autrichienne	1
Américaines	3
Françaises	8
Anglaises	11
Russes	76
Total	103

L'an passé, à pareille époque, nous avions 78 élèves-femmes : leur nombre est donc en voie d'accroissement. Je remarque, toutefois, que l'accroissement ne porte pas sur les Françaises. Nous en comptions 13 l'an passé ; nous n'en avons plus que 8 cette année.

Sur les 78 femmes inscrites au début de l'année 1884-85, deux d'entre elles ont été reçues docteurs. Une a été reçue officier de santé ; une quatrième s'est suicidée.

Dans mon rapport de l'an passé, j'ai déjà indiqué la situation scolaire de la plupart des élèves-femmes, en ce qui touche à leurs études littéraires et scientifiques antérieures. Il convient de la signaler de nouveau pour montrer la différence qui existe, sous ce rapport, entre nos élèves françaises et celles qui viennent de l'étranger.

Les 8 Françaises sont toutes pourvues des deux diplômes du baccalauréat ès lettres et ès sciences, sauf l'une d'entre elles qui a obtenu la dispense du baccalauréat ès lettres. Mais il faut remarquer qu'elle est née en Russie de parents français, et qu'elle y a reçu l'éducation littéraire incomplète que reçoivent la plupart des jeunes filles russes.

---

(1) Extrait du Rapport présenté au Conseil académique par M. Béclard, doyen de la Faculté de Médecine.

Parmi les 11 Anglaises, 10 ont obtenu, pour études faites en Angleterre, l'équivalence des deux baccalauréats ès lettres et ès sciences; une seule a obtenu la dispense des deux baccalauréats.

Les 3 Américaines, la Roumaine, la Hongroise, la Turque et l'Indienne ont toutes obtenu, pour études faites dans leur pays d'origine, l'équivalence des deux baccalauréats.

Quant aux 76 femmes d'origine russe, 57 d'entre elles n'ayant pu justifier d'études littéraires suffisantes, ont été dispensées du baccalauréat ès lettres; 3 d'entre elles ont obtenu la dispense des deux baccalauréats. Les autres ont obtenu l'équivalence des baccalauréats ès lettres et ès sciences.

Parmi les femmes qui fréquentent les cours de la Faculté de Médecine de Paris (1), les élèves d'origine russe se distinguent donc à la fois par leur nombre considérable, et, il faut bien le dire, par leur éducation incomplète.

Vous savez, comme moi, Monsieur le Recteur, quelles sont les causes de cette affluence extraordinaire, et, d'autre part, de cette préparation insuffisante. Il y a environ une douzaine d'années que, pour assurer le service de la santé publique dans certaines provinces de l'empire, le gouvernement russe a ouvert, non pas auprès de chacune des Universités de la Russie (2), mais dans l'une d'entre elles, à Saint-Pétersbourg, un établissement dans lequel des jeunes filles, sorties des gymnases institués pour l'éducation des filles, étaient reçues. Là ces jeunes filles recevaient une éducation médicale spéciale, dans des cours et dans des laboratoires, anatomiques ou autres, qui leur étaient exclusivement réservés.

Beaucoup d'entre elles étaient pensionnées par les gouvernements des provinces. Leur éducation médicale terminée, elles retournaient, pour la plupart, dans leur pays d'origine et recevaient l'indication du lieu où elles devaient se fixer.

J'ajoute que le collège médical des femmes de Saint-Pétersbourg était annexé à un hôpital militaire qui fournissait aux jeunes élèves les sujets de leurs études cliniques.

Pour des raisons que nous n'avons pas à pénétrer, le gouvernement russe a pris la résolution, sinon de supprimer le collège médical des femmes de Saint-Pétersbourg, tout au

(1) Il n'y a jusqu'ici aucune élève-femme dans les cinq autres Facultés de Médecine de France.

(2) Les Universités de la Russie sont celles de Moscou, Karkow, Kasan, Dorpat, Kiew, Helsingfors, Varsovie, Odessa, qui toutes comprennent une Faculté de Médecine; et celle de Saint-Pétersbourg, qui n'a pas de Faculté de Médecine, mais un établissement connu sous le nom d'*Académie médico-chirurgicale,* qui relève du Ministère de la Guerre, et qui est surtout une école de santé militaire.

moins de le réorganiser plus tard, s'il y a lieu, sur d'autres bases. Toujours est-il qu'il y a trois ans qu'aucune jeune fille n'a plus été admise dans cet établissement, que celles qui y sont encore en ce moment terminent le cours des études commencées, et que le collège doit être définitivement fermé à la fin de l'année scolaire 1885-86.

Telle est la raison de l'immigration française dont nous sommes en ce moment les témoins. Quant à l'insuffisance littéraire, et, dans une certaine mesure, scientifique, de la plupart de ces jeunes filles, elle s'explique par la nature des programmes de l'enseignement que la plupart reçoivent.

Il est notoire, en effet, que dans les gymnases spéciaux, institués pour elles, les langues anciennes ne font pas partie des programmes d'enseignement, et qu'il y a dans quelques-uns d'entre eux un minimum scientifique par trop élémentaire. Cela est si vrai, que les jeunes filles qui sortent des gymnases dont nous parlons ne sont pas considérées, dans leur propre pays, comme ayant reçu l'éducation nécessaire pour être admises dans l'une quelconque des Facultés des Universités russes.

A diverses reprises, vous le savez, Monsieur le Recteur, j'ai appelé votre attention sur cette situation particulière. Tout dernièrement la question, portée par vous devant le Comité de l'enseignement supérieur, a enfin reçu la solution que nous demandions depuis longtemps.

A l'avenir, toute demande d'inscription à la Faculté de Médecine, quel que soit le sexe du demandeur, et quel que soit son pays d'origine, sera l'objet d'un examen spécial de la part du Recteur et des Doyens des Facultés des Lettres et des Sciences. S'il reste le moindre doute sur la valeur des études littéraires et scientifiques accomplies, une ou plusieurs épreuves d'admission seront imposées au candidat.

Pour l'honneur de l'Université de France, il ne faut pas qu'on puisse dire, dans les pays qui nous entourent, que nous ouvrons les portes de nos établissements d'enseignement supérieur à ceux qu'ils ne jugent pas dignes d'y entrer.

D'ailleurs, il ne faut pas oublier que nous ne repoussons personne, et qu'aux études littéraires et scientifiques incomplètes répondent, parmi nous, deux grades appropriés, je veux parler des diplômes d'officier de santé ou de sage-femme.

A voir le nombre croissant des femmes qui aspirent au titre de docteur, il ne serait pas impossible qu'il se produisît, d'ici à peu d'années, un encombrement tel que beaucoup d'entre elles eussent quelque peine à tirer parti d'un diplôme conquis au prix de longs sacrifices, et qui suppose non seulement le pénible apprentissage des études médicales, mais encore, et avant tout, une éducation littéraire et scientifique longue et coûteuse.

Que des jeunes filles, ou même des jeunes mères qui peut-être auraient mieux à faire, s'inscrivent sur les registres de nos Facultés des Lettres et des Sciences pour y chercher la haute culture de l'esprit, et aussi dans la pensée d'y conquérir les diverses sortes de licence et même le doctorat, rien de mieux, et nous ne demandons qu'à applaudir; mais devant le diplôme professionnel de docteur en médecine qui donne le droit d'exercice, l'égalité n'est qu'un mot; et il faut tenir compte ici des habitudes et des mœurs. S'il y a quelque chose de respectable, c'est, à coup sûr, la liberté du malade. Le diplôme de docteur en médecine ne confère pas le droit au travail; il ne faut pas que nos futures *doctoresses* l'oublient. Il ne faut pas, non plus, qu'elles nous reprochent un jour de ne pas les avoir averties.

J'ai lu tout récemment dans un journal de médecine, mais je n'en veux rien croire jusqu'à preuve contraire, que, sur 25 femmes doctoresses qui exercent en ce moment la médecine chez nos voisins les Anglais, huit d'entre elles avaient dû être enfermées dans des établissements spéciaux consacrés au traitement des dérangements de l'esprit. Huit! à peu près une sur trois! Ce serait véritablement une proportion effrayante. Si cette statistique est réelle, on ne saurait nier qu'il y a dans ce chiffre quelque chose de particulièrement disgracieux pour les dames, et peut-être conviendrait-il d'en chercher la cause bien moins dans un effet des études médicales que dans la disposition qui pousse certaines d'entre elles à les entreprendre.

Tremblements de terre à Malaga.

Notes de M. le baron DE COLONGUE,

Consul de France à Malaga.

M. l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, a adressé à l'Association scientifique les deux lettres suivantes qui lui ont été communiquées par M. le Ministre des Affaires étrangères.

Malaga, 6 février 1886.

Monsieur le Ministre,

Le 29 du mois dernier, à $3^h 30^m$ du soir, nous avons eu ici une secousse de tremblement de terre dont personne ne s'est au reste autrement occupé et dont je n'aurais même pas fait mention, si quelques journaux de Paris ne l'avaient signalée en la qualifiant de violente, épithète que, Dieu merci, elle n'a aucunement justifiée.

Le grand travail souterrain qui a produit les catastrophes du commencement de l'hiver dernier ne s'est évidemment pas arrêté et, quoique d'une façon heureusement fort atténuée, la continuation de son action se manifeste par de fréquentes secousses qui se font sentir tantôt sur un point, tantôt sur un autre. A Malaga même, on en a pour le moins compté sept ou huit depuis mon arrivée, c'est-à-dire depuis la fin du mois de juin dernier; mais la vérité est que celle du 29 janvier, dont je ne m'étais même pas aperçu, n'a été ni plus ni moins forte que d'autres, dont on n'a rien dit. Les journaux de notre ville estiment pourtant qu'elle peut être classée au n° 3 de l'échelle de Rossi, et ils ajoutent qu'elle aurait été assez accentuée, surtout à Velez-Malaga, pour qu'il ait été possible d'apprécier sa durée et sa direction, que néanmoins ils n'indiquent pas. Je n'y veux point contredire; mais, pour être, je n'en doute pas, très exactes, ces informations n'en sont pas moins dépourvues de toute espèce de valeur scientifique, par la bonne raison qu'il n'existe pas ici de sismographe qui rende possibles des observations rigoureusement faites. Le seul appareil de ce genre que possédât Malaga avait été installé en vue d'études personnelles par un ingénieur autrichien de la Compagnie française des travaux du port, M. Joua, auquel il a permis de tenir un très intéressant journal de tous les mouvements du sol depuis la fin de décembre 1884 jusqu'à l'automne dernier. C'est, du reste, cet unique appareil qui a servi à la Commission scientifique officielle venue de Madrid, mais voilà au moins quatre mois qu'il ne fonctionne plus, et M. Joua, qui n'a probablement plus le loisir de continuer ses observations, les seules auxquelles il ait été procédé avec suite et méthode, a malheureusement tout à fait renoncé à le mettre en état. Cet ingénieur en est aujourd'hui réduit à l'appareil téléphonique qu'il avait également établi dans le but de noter les bruits souterrains, et il me disait, à propos de la secousse de l'autre jour, que les récents tremblements de terre survenus en Algérie s'étaient très nettement fait entendre à Malaga.

Veuillez, Monsieur le Ministre, etc.

Signé : baron DE COLONGUE.

Malaga, 13 février 1886.

Monsieur le Ministre,

La très inoffensive secousse de tremblement de terre que nous avons éprouvée le 29 janvier dernier, et au sujet de laquelle j'ai eu l'honneur d'écrire à Votre Excellence le 6 de ce mois, s'est également fait sentir dans la partie méridionale

de la province de Cordoue, notamment à Benameji, petite localité située dans la vallée du Génil, à égale distance à peu près de Cordoue et de Malaga.

Plusieurs maisons de ce village ont été assez gravement endommagées pour que l'autorité ait jugé nécessaire d'en ordonner la démolition, et la commotion aurait été telle qu'entre le village et le Génil il se serait formé des crevasses qui se prolongeraient jusqu'aux bords de cette rivière.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, etc.

Signé : DE COLONGUE.

Indicateur du grisou.

M. Henry Guy Carleton, de New-York, a inventé, pour constater à chaque instant la présence du grisou dans les mines, un appareil composé de deux balances dont l'une est installée dans la mine et dont l'autre est dans le bureau du directeur, par exemple.

Les deux balances sont identiques. Le fléau de chacune d'elles porte, à l'une de ses extrémités, un ballon cylindrique en verre mince, d'un assez grand volume, environ 5lit, tandis qu'à l'autre extrémité est suspendu un plateau ordinaire de balance. On équilibre le ballon en mettant quelques poids dans le plateau.

Les deux balances sont reliées électriquement, de telle façon que tous les mouvements du fléau de l'une des balances se transmettent immédiatement au fléau de l'autre.

Dans ces conditions, quand le grisou s'accumule en quantité notable, l'équilibre de la balance installée dans la mine est rompu; son fléau s'incline, et le fléau de l'autre balance s'incline de la même façon, en indiquant le changement survenu dans l'atmosphère de la mine.

(*Chronique industrielle.*)

La librairie J. Rothschild vient de faire paraître, sous le titre de *Flore pittoresque de la France*, un beau volume in-4° de 501 pages, accompagné de plus de 1000 gravures et d'un atlas de 82 planches en chromolithographie.

On y trouve la classification et la description de toutes les plantes françaises, indigènes et cultivées, ainsi que des renseignements spéciaux sur la flore fossile.

Cet ouvrage a été publié avec le concours de MM. Gustave Heuzé, inspecteur général de l'agriculture; Bouquet de la Grye, conservateur des forêts; Stanislas Meunier, du Muséum; J. Pizzetta, lauréat de l'Institut, et B. Verlot, chef de l'École de botanique au Muséum.

TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE DOUZIÈME VOLUME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

(BULLETINS N°s 288 A 313.)

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

Annonce des conférences de 1886, p. 193, 209.
Conférences à la Sorbonne : M. Reinach, p. 323; — M. Faye, p. 345; — M. Fouqué, p. 371; — M. Michel Bréal, p. 391.
Projet de fusion de l'Association scientifique avec l'Association française, p. 65.

ASTRONOMIE.

Le ciel austral et les premiers navigateurs des mers du Sud, p. 248; M. Houzeau.
L'observatoire Lick sur le mont Hamilton, p. 316; M. Tood.
Note sur la constitution des taches solaires, et sur la photographie envisagée comme instrument de découvertes en Astronomie, p. 273; M. Janssen.
Nouvelle disposition du bain de mercure en vue d'atténuer l'effet des trépidations du sol, p. 319; M. Mouchez.
Nouvelle observation sur le Soleil, p. 166; M. Trouvelot.
Photographies astronomiques de MM. Paul Henry et Prosper Henry, p. 289.
Persistance de la figure mathématique de la Terre à travers les âges géologiques, conférence de M. Faye, p. 345.

BIBLIOGRAPHIE.

Envoi de livres, brochures, publications diverses, p. 32, 128, 176, 192, 240, 256, 288, 320, 417.

BOTANIQUE.

Exploration à Sumatra pour la recherche des espèces d'arbres qui produisent la gutta-percha. Rapport de M. le Dr Burck, p. 49.

CHIMIE.

Rôle industriel de la magnésie, p. 33; M. Vincent.

GÉOLOGIE. PALÉONTOLOGIE. ETHNOGRAPHIE.

Les météorites et la constitution du globe terrestre, p. 241; M. Daubrée.
Nouvelle carte géologique de France, p. 211; MM. Vasseur et Carré.
Nouvelles pièces placées dans la galerie de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle, p. 265; M. Gaudry.
Exposition à Copenhague des collections recueillies au Groenland par le capitaine Holm, p. 285.

GÉOGRAPHIE. EXPLORATIONS.

M. de Brazza et la Mission de l'Ouest africain, p. 119.
Exploration à Sumatra pour la recherche des espèces d'arbres qui produisent la gutta-percha. Rapport de M. le Dr Burck, p. 49.
Exposition à Copenhague des collections recueillies au Groenland par le capitaine Holm, p. 285.

Progrès de la colonisation russe dans l'Asie centrale, p. 268.

HISTOIRE. ARCHÉOLOGIE.

L'archéologie à Carthage, conférence de M. S. Reinach, p. 323.

INDUSTRIE. COMMERCE.

Les papiers et les industries qui s'y rattachent, p. 157; M. de Boutarel.
Le commerce de plumes, p. 260; M. Simmonds.
L'élevage des autruches, p. 369.

LITTÉRATURE. LINGUISTIQUE.

Comment on apprend les langues étrangères, conférence de M. Michel Bréal, p. 391.

MÉLANGES.

Câble aérien automoteur du mont Jalla, p. 92.
Expériences exécutées en 1885 au moyen du ballon dirigeable *la France*, p. 177; capitaine Renard.
Histoire de la sténographie, p. 89.
La destruction des truites par les moustiques, p. 128.
Le centenaire d'Arago, p. 304.
L'éclairage des phares, p. 45.
Le tatouage au Japon, p. 155; M. Boelz.
Progrès de la colonisation russe dans l'Asie centrale, p. 268.
Projet de fusion entre l'Association scientifique et l'Association française, p. 65.
Relèvement rapide des câbles sous-marins, p. 256.
Torpilleur sous-marin Nordenfelt, p. 184.
Travaux sous-marins de Hell-Gate, p. 125; M. Simonin.
Un souvenir du siège de Paris, d'après M. Berthelot, p. 147; M. P. Clémenceau.

MÉTÉOROLOGIE. PHYSIQUE DU GLOBE.

Destruction de la colonne de Mazagran par la foudre, p. 172.
Époque des vendanges en France, p. 117; M. Angot.
Expériences entreprises pour déterminer la direction des courants de l'Atlantique, p. 135; prince de Monaco.
La pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1885, p. 189.
La prévision du temps, conférence de M. Mascart, p. 66.
La saison des pluies dans l'Afrique centrale, p. 95.
Les cataclysmes volcaniques de 1883 : Ischia, Krakatoa et Alaska, conférence de M. Vélain, p. 5.
Les météorites et la constitution du globe terrestre, p. 211; M. Daubrée.
Les grands tunnels des Alpes et la chaleur du sol, p. 173.
Les arbres et la foudre, p. 388.
Les pluies et les évaporations sur le plateau de la Beauce, p. 114; MM. Harreaux et Gruget.
Le rayon vert observé dans l'océan Indien, p. 115; M. Trève.
Les tremblements de terre de Nicolosi, Sicile, p. 142.
Le tremblement de terre de l'Andalousie du 24 décembre 1884, conférence de M. Fouqué, p. 371.
Le fond du lac de Genève, p. 138; M. Forel.
Les roches foudroyées et l'observatoire de l'Aigoual, p. 31; M. Fabre.
Lois et origines de l'électricité atmosphérique, p. 100; M. Palmieri.
Météore observé à Saïgon, p. 64; M. Reveillère.
Note sur la trombe de Pegnères, Hautes-Pyrénées, p. 145; M. Demontzey.
Observations d'un bolide, p. 175; M. Stanislas Meunier.

Observatoire de Rio-de-Janeiro, p. 62.
Principaux résultats des recherches faites en Suède sur les courants supérieurs de l'atmosphère, p. 257; M. Hildebrandsson.
Régime général du temps en Europe pendant le mois d'août 1885, p. 158; — en septembre, p. 190; — en octobre, p. 270; — en novembre, p. 338; M. Fron.
Tremblements de terre à Malaga, p. 415; M. de Colongue.
Utilité que présente la connaissance des déplacements du courant du Gulf-Stream au point de vue de la prévision du temps à longue échéance, p. 194: M. de Tastes.
Visibilité des hautes cimes, p. 322; M. Thury.

NÉCROLOGIE.

Mort de M. Bouley, p. 161; — Discours prononcés aux obsèques de M. Bouley, par M. Hervé Mangon, p. 164; — par M. Milne-Edwards, p. 161.
Mort de M. Jamin, p. 323; — Discours prononcés aux obsèques de M. Jamin, par M. Bertrand, p. 339; — par M. Troost, p. 341.
Mort de M. Félix Le Blanc, p. 371.

PHYSIOLOGIE.

Production par sélection aux États-Unis d'une race de sourds-muets, d'après M. A. Bell, p. 307; M. de Candolle.

PHYSIQUE. ÉLECTRICITÉ.

Appareils d'éclairage électrique de M. Trouvé, p. 42; M. de Lacaze-Duthiers.
Expériences de transmission de la force par l'électricité entre Paris et Creil, p. 97; M. Marcel Deprez.
La photographie appliquée aux études d'anatomie microscopique; par M. Viallanes, p. 241.
L'électrométallurgie, p. 196; M. Adler.
Relations réciproques des grands agents de la nature, p. 275, 293; d'après M. Hirn.
Télégraphie optique, p. 94.
Un souvenir du siège de Paris, d'après M. Berthelot, p. 147; M. P. Clémenceau.

STATISTIQUE.

Époque des vendanges en France, p. 117; M. Angot.
Des pêches maritimes en 1884, p. 143.
Recherches statistiques de M. le Dr Sucquet, p. 245; M. Lalanne.
Population de la France, p. 85.
Les femmes à l'École de Médecine, p. 412; M. Béclard.

TRAVAUX PUBLICS.

Chemin de fer funiculaire de Territet et Glion, p. 266.
Le nouvel aqueduc de New-York, p. 321.
L'éclairage des phares, p. 45.
Relèvement rapide des câbles sous-marins, p. 256.

ZOOLOGIE.

Destruction des truites par les moustiques, p. 128.
La pisciculture au Japon, p. 252; M. Raveret-Wattel.
La vie au fond des mers, p. 129; M. Filhol.
L'élevage des autruches, p. 369.
Le fond du lac de Genève, p. 138; M. Forel.
Le commerce des plumes, p. 260; M. Simmonds.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

MM.

A

Adler, p. 196.
Angot (André), p. 117.

B

Baden-Pritchard, p. 160.
Baelz (Dr), p. 155.
Barthe (Dr), p. 256.
Baye (C.), p. 160.
Béclard, p. 412.
Berger (H.), p. 160.
Berthelot, p. 147.
Bertrand (J.), p. 339.
Bichat, p. 192.
Blondlot, p. 192.
Bossut, p. 192.
Bouilhet, p. 203.
Boulanger, p. 176.
Boutarel (de), p. 156.
Brazza (de), p. 119.
Brazza (Jacques de), p. 120.
Bréal (Michel), p. 323, 391.
Bréon (R.), p. 23.

C

Candolle (de), p. 307.
Carleton, p. 427.
Carré (L.), p. 239.
Chavannes, p. 120.
Chevallier, p. 192.
Clémenceau (P.), p. 147.
Colas (A.), p. 176.
Colongue (baron de), p. 415.
Colson, p. 34.
Cordier, p. 120.
Courtois (H.), p. 189.
Cremona (L.), p. 192.
Cruls, p. 64.

D

Daubrée (A.), p. 211.
Davanne, p. 128, 240.
Debray, p. 391.
Decazes, p. 120.
Demontzey, p. 145.
Deprez (Marcel), p. 97.
Dolisie, p. 120.

MM.
Dony, p. 33, 41.
Douglas, p. 369.
Dufourcq, p. 120.
Dumolard, p. 93.
Duner (M.-C.), p. 256.
Duruy, p. 289.

E

Edlund, p. 288.

F

Fabre, p. 31.
Faye, p. 192, 240, 241, 273, 345.
Filhol (H.), p. 129.
Fischer (Dr), p. 95.
Forel (Dr F.-A.), p. 138, 190.
Fouqué, p. 273, 371.
Friedel, p. 241.
Fron, p. 77, 158, 190, 270, 388.

G

Gaudry (A.), p. 265.
Gautier (A.), p. 391.
Geymet, p. 160, 192.
Giaccone (Dr), p. 174.
Giraud, p. 143.
Godard (E.), p. 160.
Grandidier, p. 391.
Gravière (J. de la), p. 176.
Gréard, p. 257.
Gruget, p. 114.
Guillemin (A.), p. 176.

H

Harreaux, p. 114.
Haton de la Goupillière, p. 339.
Hazen (général), p. 84.
Hébert, p. 6, 339, 375.
Hélot, p. 44.
Hément (F.), p. 32, 339.
Henry (P. et Pr.), p. 289.
Hildebrandsson, p. 257.
Holm (capitaine), p. 285.
Houzeau (J.-C.), p. 248.

J

Jacoby, p. 208.

MM.
Jamin, p. 23, 45.
Janssen, p. 240, 273.
Joua, p. 416.

K

Kempe (H.-R.), p. 160.
Korthals, p. 23.

L

Lagarde (C.), p. 288.
Lalanne, p. 245.
Lastours (de), p. 120.
Le Chatellier, p. 41.
Léger, p. 289.
Leray (P.-A.), p. 160.
Luvini (J.), p. 288.

M

Mangon (Hervé), p. 161.
Marcet (Dr), p. 176.
Mascart, p. 66.
Mercalli (Giuseppe), p. 7.
Meunier (S.), p. 175.
Milne, p. 387.
Milne-Edwards (A.), p. 164, 371.
Mizon, p. 122.
Monaco (S. A. le prince de), p. 135.
Monnier (M.), p. 288.
Mouchez (amiral), p. 304, 319, 415.
Muller (E.), p. 34.

N

Nordenfelt, p. 184.

O

Oustalet, p. 371.

P

Palmieri (L.), p. 100.
Parville (de), p. 176.
Peligot, p. 45.
Pellat, p. 307.
Plon (E.), p. 176, 288, 390.
Pouchet, p. 136.
Powel (J.-W.), p. 176.

R

MM.
Raveret-Wattel, p. 252.
Regelsberger, p. 31.
Reinach (L.), p. 257, 323.
Renard (Ch.), p. 177.
Renel (G.), p. 89.
Reveillère, p. 64.
Riggenbach, p. 266.
Rochard, p. 307.
Rondenet, p. 190.
Rothschild, p. 417.

S

Schlœsing, p. 35.
Schrader, p. 391.
Signoret, p. 89.
Silvestri (O.), p. 142.
Simmonds (P.-L.), p. 260.
Simonin (L.), p. 125.
Sucquet (Dr J.), p. 245.
Symons (G.), p. 388.

T

Tastes (de), p. 194.
Thury (E.), p. 322.
Todd (D.-P.), p. 316.
Trève, p. 115.
Troost (L.), p. 341.
Trouvé (G.), p. 42.
Trouvelot, p. 166.
Trupp (major), p. 94.

V

Vasseur (G.), p. 239.
Vaujany (H. de), p. 390.
Vélain, p. 5.
Viallanes, p. 242.
Viallet, p. 93.
Vincent, p. 33.

W

Wigham, p. 46.
Wolf, p. 23, 323, 339.

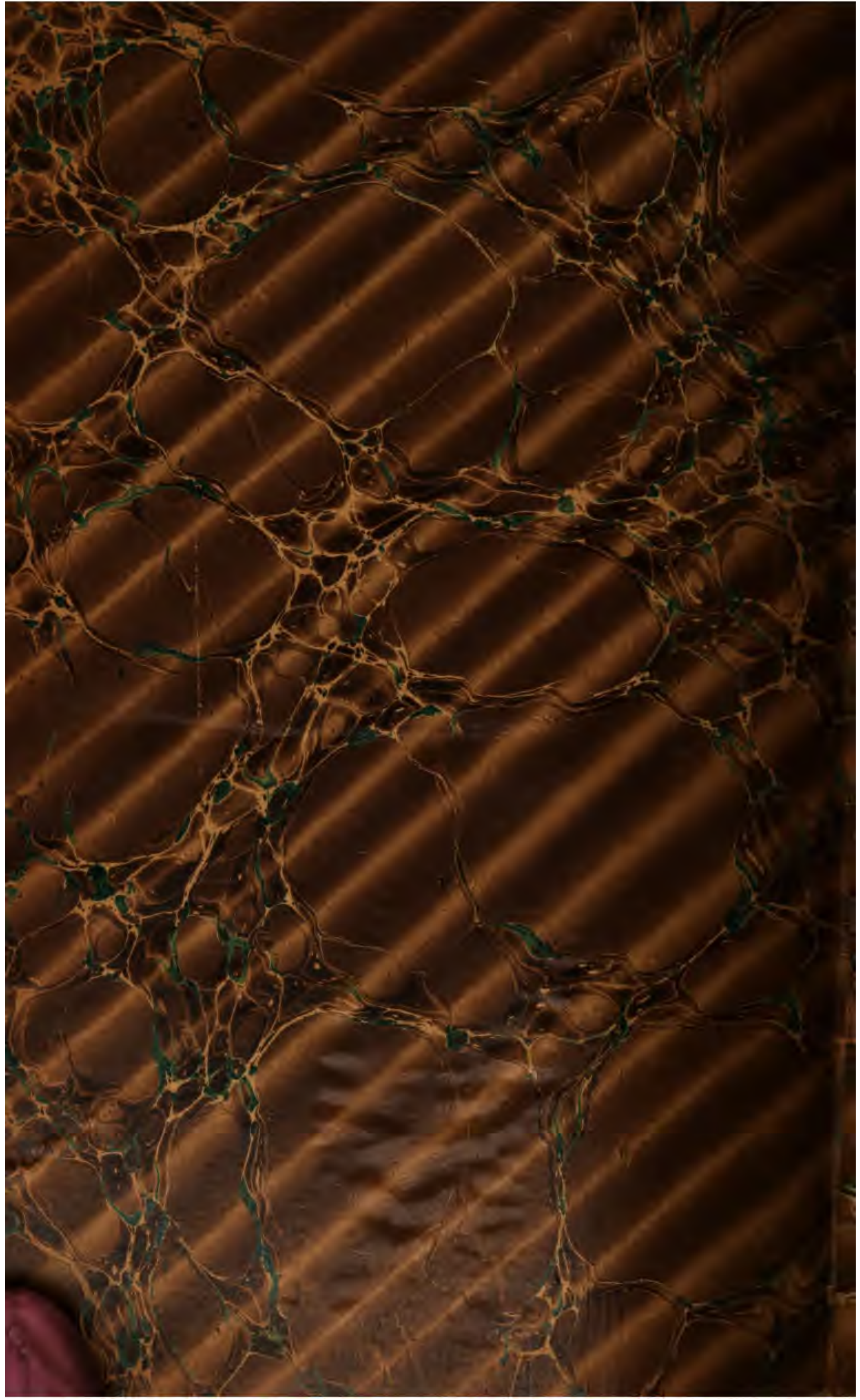
Z

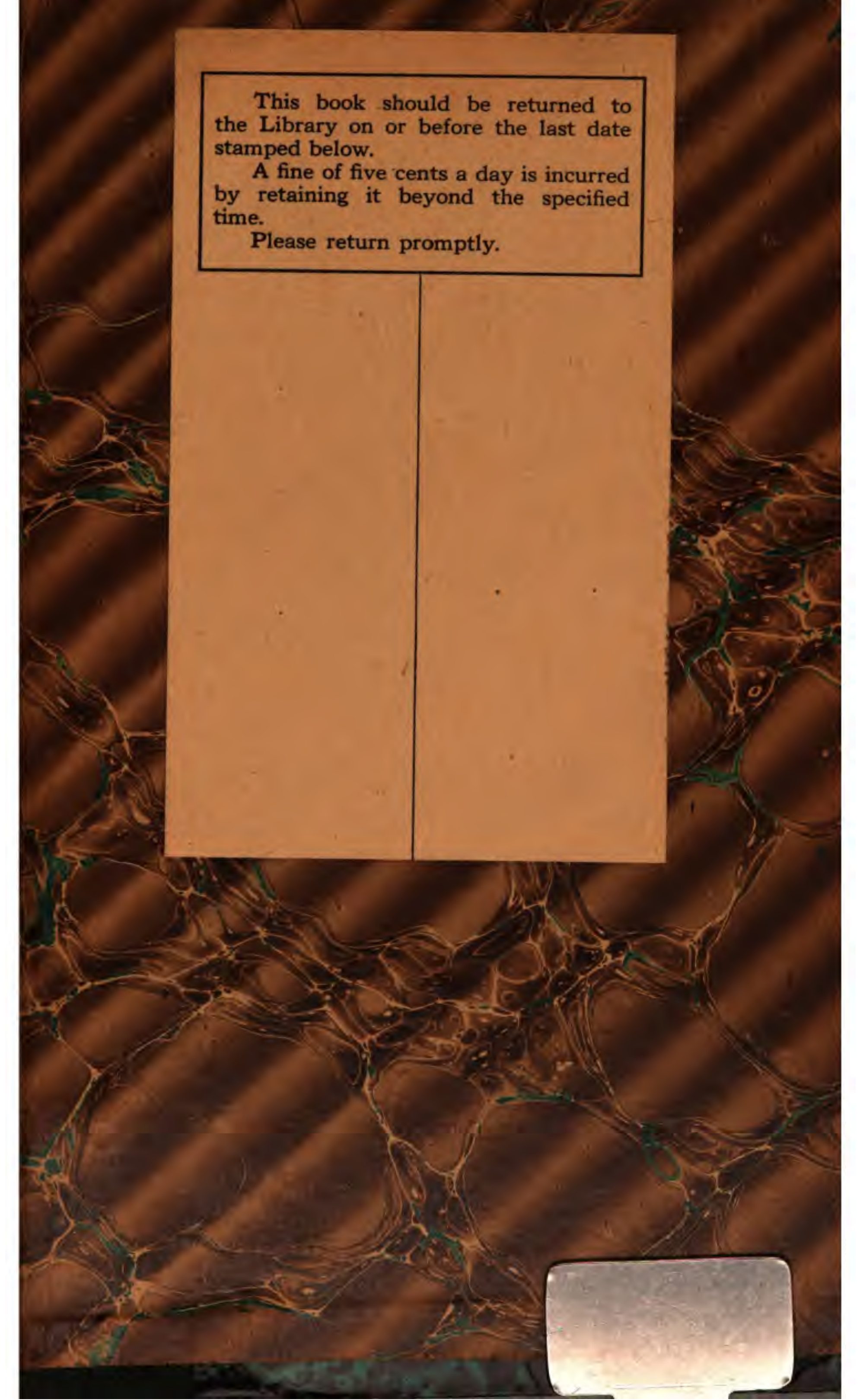
Zurcher (F.), p. 189.

FIN DU TOME XII DE LA 2e SÉRIE.

Le Gérant : E. Cottin.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

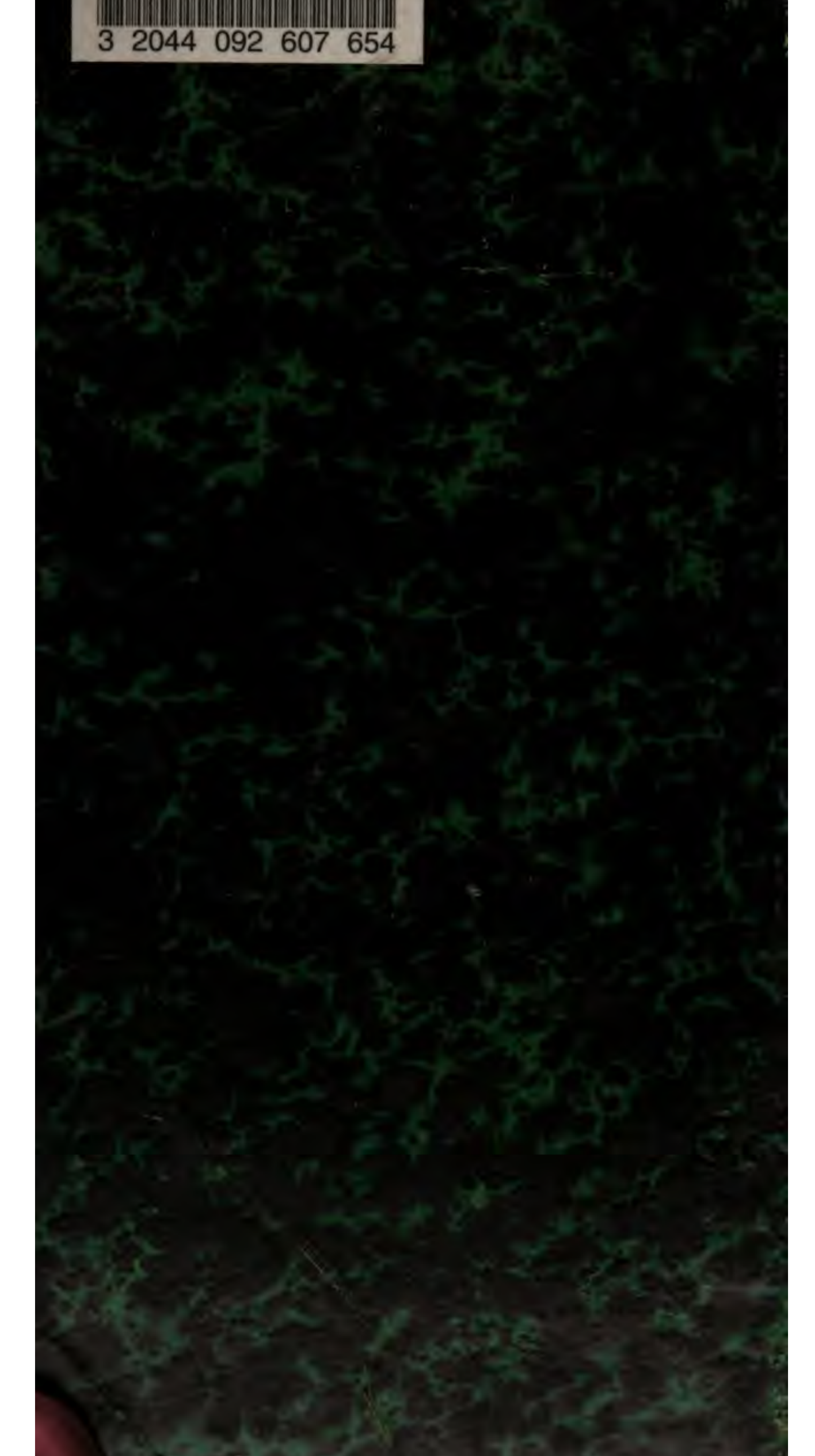
11352 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.




This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.


3 2044 092 607 654